



**AGRON FOOD**  
ACADEMY

**VOLUME 5**

# **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

---

**PESQUISAS E AVANÇOS**

## **ORGANIZADORES**

**JACKSON ANDSON DE MEDEIROS**

**ELLEN GODINHO PINTO**

**MIRIAN CRISTINA FEITEN**

**VIRGÍNIA MIRTES DE ALCÂNTARA SILVA**

**WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS**

**KATARYNE ÁRABE RIMÁ DE OLIVEIRA**



**AGRON FOOD**  
ACADEMY

**VOLUME 5**

# CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

---

**PESQUISAS E AVANÇOS**

## **ORGANIZADORES**

**JACKSON ANDSON DE MEDEIROS**  
**ELLEN GODINHO PINTO**  
**MIRIAN CRISTINA FEITEN**  
**VIRGÍNIA MIRTES DE ALCÂNTARA SILVA**  
**WIASLAN FIGUEIREDO MARTINS**  
**KATARYNE ÁRABE RIMÁ DE OLIVEIRA**

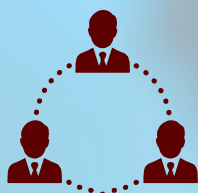




**Venda proibida**



**Open access**



**Revisado por pares**

## **EDITORA-CHEFE**

**Jackson Andson de Medeiros**

## **CORPO EDITORIAL**

**Jackson Andson de Medeiros**

**Ellen Godinho Pinto**

**Mirian Cristina Feiten**

**Virgínia Mirtes de Alcântara Silva**

**Wiaslan Figueiredo Martins**

**Kataryne Árabe Rimá de Oliveira**

## **REVISÃO FINAL**

**Jackson Andson de Medeiros**

## **CAPA**

**Jalmir Pereira de Medeiros**

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

Ciência e tecnologia de alimentos - Pesquisas e avanços [livro eletrônico] : Volume 05/ Organização: Jackson Andson de Medeiros; Ellen Godinho Pinto; Mirian Cristina Feiten; Virgínia Mirtes de Alcântara Silva; Wiaslan Figueiredo Martins e Kataryne Árabe Rimá de Oliveira. -- Jardim do Seridó, RN : Agron Food Academy, 2023.

PDF

Vários autores.

Bibliografia.

ISBN [978-65-85062-17-6](https://doi.org/10.53934/202411)

1. Alimentos - Manipulação 2. Alimentos - Medidas de segurança 3. Alimentos - Produção 4. Globalização 5. Mudanças climáticas 6. Tecnologia de alimentos I. Medeiros, Jackson Andson II. Pinto, Ellen Godinho III. Feiten, Mirian Cristina IV Silva, Virgínia Mirtes de Alcântara V. Martins, Wiaslan Figueiredo VI Oliveira, Kataryne Árabe Rimá

23-181027 CDD-664

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia de alimentos 664

 [doi.org/10.53934/202411](https://doi.org/10.53934/202411)

ISBN: [978-65-85062-17-6](https://doi.org/10.53934/202411)

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

**Agron Food Academy**  
[agronfoodacademy.com](https://agronfoodacademy.com)

## **Apresentação**

**Com o projeto do e-book “Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços”, volume 5, pretende-se divulgar os mais recentes estudos da área, visando ajudar estudantes, pesquisadores e profissionais a terem novas perspectivas sobre as temáticas trabalhadas.**

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

### **Comissão avaliadora**

**Ma. Ellen Godinho Pinto**

**Dr<sup>a</sup>. Mirian Cristina Feiten**

**Dr. Wiaslan Figueiredo Martins**

**Me. Jackson Andson de Medeiros**

**Dr<sup>a</sup>. Kataryne Árabe Rimã de Oliveira**

**Dr<sup>a</sup>. Virgínia Mirtes de Alcântara Silva**



## SUMÁRIO

DOI: 10.53934/202411.01 _____	11
Capítulo 01 _____	11
<b>ÓLEO DE BURITI (Mauritia flexuosa L.): APLICAÇÃO EM CREME VEGETAL</b> _____	11
DOI: 10.53934/202411.02 _____	23
Capítulo 02 _____	23
<b>PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE CHARACTERIZATION OF THE LIPID FRACTIONS OF TUCUMÃ (Astrocaryum aculeatum) PULP AND NUT</b> _____	23
DOI: 10.53934/202411.03 _____	37
Capítulo 03 _____	37
<b>AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO DE BATATA-DOCE E MAÇÃ PARA PRODUÇÃO DE CHIPS</b> _____	37
DOI: 10.53934/202411.04 _____	47
Capítulo 04 _____	47
<b>QUALIDADE DOS ÓLEOS DE CHIA (Salvia hispanica L.), GERGELIM (Sesamum indicum L.) E LINHAÇA (Linum usitassimum L.) SOB ESTOCAGEM EM TEMPERATURA AMBIENTE</b> _____	47
DOI: 10.53934/202411.05 _____	60
Capítulo 05 _____	60
<b>COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CINÉTICA DE SECAGEM DE RESÍDUOS DE CARICA PAPAYA L.</b> _____	60

<b>DOI: 10.53934/202411.06</b>	<b>69</b>
<b>Capítulo 06</b>	<b>69</b>
<b>IMPLICAÇÕES DA ADIÇÃO DE PITOMBA (<i>Talisia esculenta</i>) E ENZIMA PECTINASE SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO HIDROMEL</b>	<b>69</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.07</b>	<b>80</b>
<b>Capítulo 07</b>	<b>80</b>
<b>ASPECTOS DE QUALIDADE DA FARINHA DE CARIMÃ ORIUNDA DO MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE - PA</b>	<b>80</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.08</b>	<b>89</b>
<b>Capítulo 08</b>	<b>89</b>
<b>RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PALMA EM PÓ OBTIDA POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT)</b>	<b>89</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.09</b>	<b>96</b>
<b>Capítulo 09</b>	<b>96</b>
<b>ANÁLISE COMPARATIVA DA PROTEÍNA BRUTA: FONTES PROTEICAS SUSTENTÁVEIS VERSUS CONVENCIONAIS</b>	<b>96</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.10</b>	<b>103</b>
<b>Capítulo 10</b>	<b>103</b>
<b>AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REFRIGERAÇÃO NO PERÍODO DE MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA CANASTRA</b>	<b>103</b>



<b>DOI: 10.53934/202411.11</b> _____	<b>122</b>
<b>Capítulo 11</b> _____	<b>122</b>
<b>CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MARACUJÁ-AMARELO PRODUZIDOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NO INTERIOR DO RIO GRANDE DO NORTE</b> _____	<b>122</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.12</b> _____	<b>130</b>
<b>Capítulo 12</b> _____	<b>130</b>
<b>A ENOGASTRONOMIA SOB A PERSPECTIVA DA CIÊNCIA DE ALIMENTOS: REVISÃO</b> _____	<b>130</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.13</b> _____	<b>143</b>
<b>Capítulo 13</b> _____	<b>143</b>
<b>APROVEITAMENTO INTEGRAL DA ABÓBORA (Cucurbita spp) NO DESENVOLVIMENTO DE EMPADA VEGANA</b> _____	<b>143</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.14</b> _____	<b>157</b>
<b>Capítulo 14</b> _____	<b>157</b>
<b>USO DA POLPA DO TAMARINDO (Tamarindus indica L): ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE BEBIDAS FERMENTADAS</b> _____	<b>157</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.15</b> _____	<b>168</b>
<b>Capítulo 15</b> _____	<b>168</b>
<b>INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DE SONO NA PERCEPÇÃO SENSORIAL DOS ALIMENTOS E NO SUBSEQUENTE GANHO DE PESO</b> _____	<b>168</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.16</b> _____	<b>178</b>
<b>Capítulo 16</b> _____	<b>178</b>
<b>AVANÇOS E APLICAÇÕES NA HARMONIZAÇÃO ENOGASTRONÔMICA: UMA PERSPECTIVA CIENTÍFICA</b> _____	<b>178</b>

<b>DOI: 10.53934/202411.17</b> _____	<b>191</b>
<b>Capítulo 17</b> _____	<b>191</b>
<b>APLICAÇÃO DO FEIJÃO GUANDU (<i>Cajanus cajan</i>) EM COXINHAS VEGANAS: CARACTERIZAÇÃO E INOVAÇÃO</b> _____	<b>191</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.18</b> _____	<b>199</b>
<b>Capítulo 18</b> _____	<b>199</b>
<b>ELABORAÇÃO DE BISCOITO AMANTEIGADO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE LARANJA</b> _____	<b>199</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.19</b> _____	<b>208</b>
<b>Capítulo 19</b> _____	<b>208</b>
<b>ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO AMANTEIGADO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE SABUGO DE MILHO</b> _____	<b>208</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.20</b> _____	<b>218</b>
<b>Capítulo 20</b> _____	<b>218</b>
<b>APLICAÇÃO DE LISTA DE VERIFICAÇÃO EM ATACAREJO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO, PE</b> _____	<b>218</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.21</b> _____	<b>232</b>
<b>Capítulo 21</b> _____	<b>232</b>
<b>ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE BEBIDAS FERMENTADAS TIPO KOMBUCHA SABORIZADA COM O CAMBUÍ (<i>Myrcia multiflora</i>)</b> _____	<b>232</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.22</b> _____	<b>248</b>
<b>Capítulo 22</b> _____	<b>248</b>
<b>ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO AMANTEIGADO SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE GENGIBRE E COBERTURA COMPOSTA POR GELEIA DE BETERRABA (<i>Beta vulgaris</i> L.)</b> _____	<b>248</b>



<b>DOI: 10.53934/202411.23</b> _____	<b>257</b>
<b>Capítulo 23</b> _____	<b>257</b>
<b>PARAPROBIÓTICOS E PÓS-BIÓTICOS: TENDÊNCIA EMERGENTE PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS</b> _____	<b>257</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.24</b> _____	<b>266</b>
<b>Capítulo 24</b> _____	<b>266</b>
<b>ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS EM SUPERMERCADOS DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI</b> _____	<b>266</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.25</b> _____	<b>278</b>
<b>Capítulo 25</b> _____	<b>278</b>
<b>MICROBIOLOGIA NO PROCESSAMENTO DE PÃES E MASSAS ALIMENTÍCIAS</b> _____	<b>278</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.26</b> _____	<b>287</b>
<b>Capítulo 26</b> _____	<b>287</b>
<b>TENDÊNCIAS NO USO DE PROBIÓTICOS EM ALIMENTOS</b> _____	<b>287</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.27</b> _____	<b>304</b>
<b>Capítulo 27</b> _____	<b>304</b>
<b>LEITELHO: Processamento, composição e aproveitamento</b> _____	<b>304</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.28</b> _____	<b>312</b>
<b>Capítulo 28</b> _____	<b>312</b>
<b>INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO</b> _____	<b>312</b>

DOI: 10.53934/202411.29 _____	321
Capítulo 29 _____	321
<b>CINÉTICA DE SECAGEM DO ALBEDO DE MARACUJÁ OBTIDO EM DIFERENTES CONDIÇÕES PELO MÉTODO EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT) _____</b>	<b>321</b>
DOI: 10.53934/202411.30 _____	329
Capítulo 30 _____	329
<b>CINÉTICA DE SECAGEM DA POLPA E CASCA DO FRUTO DE XIQUE-XIQUE (<i>Pilosocereus gounellei</i>) _____</b>	<b>329</b>
DOI: 10.53934/202411.31 _____	337
Capítulo 31 _____	337
<b>POTENCIAL NUTRICIONAL DE BISCOITOS TIPO “COOKIES” ELABORADOS COM FARINHAS DE CASCAS DE ABACAXI PÉROLA E FARINHA DE MESOCARPO DE BABAÇU _____</b>	<b>337</b>
DOI: 10.53934/202411.32 _____	351
Capítulo 32 _____	351
<b>REAPROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL DE CASCAS DE ABACAXI PÉROLA PARA OBTENÇÃO DE FARINHAS COMO ALTERNATIVA PARA FINS ALIMENTÍCIOS _____</b>	<b>351</b>
DOI: 10.53934/202411.33 _____	365
Capítulo 33 _____	365
<b>IDENTIFICAÇÃO DOS HÁBITOS ALIMENTARES EM DISCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL II DE UMA ESCOLA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE CABROBÓ - PE _____</b>	<b>365</b>
DOI: 10.53934/202411.34 _____	375
Capítulo 34 _____	375
<b>CINÉTICA DE SECAGEM DE PALMA EM PÓ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT) _____</b>	<b>375</b>



<b>DOI: 10.53934/202411.35</b> _____	<b>383</b>
<b>Capítulo 35</b> _____	<b>383</b>
<b>CINÉTICA DE SECAGEM EM LEITO FIXO DA POLPA E DAS SEMENTES DE FRUTO DE QUIPÁ (Tacinga inamoena)</b> _____	<b>383</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.36</b> _____	<b>391</b>
<b>Capítulo 36</b> _____	<b>391</b>
<b>CINÉTICA DE SECAGEM DE FARINHA SEMENTE DE MARACUJÁ E CAROÇO DE ABACATE POR SECAGEM CONVENCIONAL</b> _____	<b>391</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.37</b> _____	<b>398</b>
<b>Capítulo 37</b> _____	<b>398</b>
<b>RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA SEMENTE DE MARACUJÁ E CAROÇO DE ABACATE POR SECAGEM CONVENCIONAL</b> _____	<b>398</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.38</b> _____	<b>405</b>
<b>Capítulo 38</b> _____	<b>405</b>
<b>DETERMINAÇÃO DE DIFERENTES EQUIVALENTE DE DEXTROSE (DE) DE MALTODEXTRINA NA SECAGEM DE ACEROLA POR SPRAY DRYER</b> _____	<b>405</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.39</b> _____	<b>418</b>
<b>Capítulo 39</b> _____	<b>418</b>
<b>DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SORVETES DE CUPUAÇU (THEOBROMA GRANDIFLORUM) COM PITAYA (HYLOCEREUS COSTARICENSIS) ZERO LACTOSE</b> _____	<b>418</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.40</b> _____	<b>428</b>
<b>Capítulo 40</b> _____	<b>428</b>
<b>DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABOR MEL DE CACAU</b> _____	<b>428</b>

<b>DOI: 10.53934/202411.41</b> _____	<b>446</b>
<b>Capítulo 41</b> _____	<b>446</b>
<b>POTENCIAL DO INHAME (DIOSCOREA SPP.) NA ELABORAÇÃO DE BEBIDAS NÃO CONVENCIONAIS</b> _____	<b>446</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.42</b> _____	<b>453</b>
<b>Capítulo 42</b> _____	<b>453</b>
<b>UTILIZAÇÃO DE PLANTA NÃO-CONVENCIONAL XIQUE- XIQUE (Pilosocereus gounellei) NO DESENVOLVIMENTO DE BRIGADEIRO VEGANO</b> _____	<b>453</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.43</b> _____	<b>466</b>
<b>Capítulo 43</b> _____	<b>466</b>
<b>IMPORTÂNCIA DO LEITE E DE SEUS PRINCIPAIS DERIVADOS</b> _____	<b>466</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.44</b> _____	<b>477</b>
<b>Capítulo 44</b> _____	<b>477</b>
<b>ELABORAÇÃO DE BARRINHAS COM APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA</b> ____	<b>477</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.45</b> _____	<b>485</b>
<b>Capítulo 45</b> _____	<b>485</b>
<b>EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA FLOR DE Clitoria Ternatea</b> _____	<b>485</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.46</b> _____	<b>494</b>
<b>Capítulo 46</b> _____	<b>494</b>
<b>GORDURA SATURADA, COLESTEROL E DOENÇAS CARDIOVASCULARES: ARTIGO DE REVISÃO</b> _____	<b>494</b>

<b>DOI: 10.53934/202411.47</b>	<b>502</b>
<b>Capítulo 47</b>	<b>502</b>
<b>BIOPLÁSTICO DESENVOLVIDO A PARTIR DA FARINHA DO SABUGO DE MILHO (Zea mays L.)</b>	<b>502</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.48</b>	<b>514</b>
<b>Capítulo 48</b>	<b>514</b>
<b>DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPLÁSTICOS DE AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU E ALGINATO DE SÓDIO REFORÇADOS COM ARGILA IN NATURA E ORGANOFÍLICA</b>	<b>514</b>
<b>Resumo 01</b>	<b>526</b>
<b>ESTUDO DA DEGRADAÇÃO IN VITRO DE POLÍMEROS A BASE DE PBAT PROCESSADOS POR IMPRESSÃO 3D E MOLDAGEM POR INJEÇÃO PARA APLICAÇÃO COMO SCAFFOLD</b>	<b>526</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.49</b>	<b>527</b>
<b>Capítulo 49</b>	<b>527</b>
<b>OTIMIZAÇÃO DA SÍNTESE DE HIDROGÉIS DE GOMA ARÁBICA PARA ENCAPSULAMENTO DE Azospirillum sp.</b>	<b>527</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.50</b>	<b>541</b>
<b>Capítulo 50</b>	<b>541</b>
<b>GESTÃO DA QUALIDADE EM UMA AGROINDÚSTRIA DE GELEIAS: Relato de caso</b>	<b>541</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.51</b>	<b>553</b>
<b>Capítulo 51</b>	<b>553</b>
<b>APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO RDC N 275/2002 DA ANVISA EM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE</b>	<b>553</b>

<b>DOI: 10.53934/202411.52</b>	<b>559</b>
<b>Capítulo 52</b>	<b>559</b>
<b>VERIFICAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF) EM UMA AÇAITERIA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE</b>	<b>559</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.53</b>	<b>569</b>
<b>Capítulo 53</b>	<b>569</b>
<b>MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS: ALIMENTAÇÃO SEGURA DIANTE DA PANDEMIA DE COVID-19</b>	<b>569</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.54</b>	<b>580</b>
<b>Capítulo 54</b>	<b>580</b>
<b>USO DE JAMBOLÃO NA ELABORAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO PARA APLICAÇÕES EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS</b>	<b>580</b>
<b>DOI: 10.53934/202411.55</b>	<b>595</b>
<b>Capítulo 55</b>	<b>595</b>
<b>APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS DE BURITI (MAURITIA FLEXUOSA L.) E MURICI (BYRSONIMA CRASSIFOLIA (L.) RICH) EM BIOCOMPÓSITOS DE GELATINA E MESOCARPO DE COCO BABAÇU</b>	<b>595</b>



## ÓLEO DE BURITI (*Mauritia flexuosa* L.): APLICAÇÃO EM CREME VEGETAL

Pedro Alberto Pavão Pessôa \*; Neuza Jorge 

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Engenharia e Tecnologia Alimentos, R. Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, São José do Rio Preto, São Paulo, 15054-000, Brasil

\*Autor correspondente - Neuza Jorge – Email: neuza.jorge@unesp.br

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi analisar o valor nutricional da polpa de buriti, as características físico-químicas do óleo extraído por prensagem a frio e avaliar sua aplicação em creme vegetal para fins alimentícios. O óleo e o creme vegetal foram analisados quanto às propriedades físico-químicas e funcionais. No creme vegetal foram realizadas análises sensoriais e o conteúdo de gordura sólida foi quantificado. A polpa apresentou 9,4% de lipídios e valor calórico de 167,64 kcal/100 g. O óleo de buriti apresentou boa qualidade, contendo mais de 70% de ácidos graxos monoinsaturados e baixos valores de poli-insaturados, conferindo elevada estabilidade oxidativa (55,10 h). Além disso, é considerado com alto teor de oleico e rica fonte de vitaminas A e E, devido às quantidades de carotenoides totais (1.195,65 mg de  $\beta$ -caroteno/kg) e tocoferóis totais (675,15 mg/kg). O creme vegetal, dentro dos padrões de consumo, teve médias de intenção de compra e de atributos classificadas como “provavelmente compraria” e “gostei moderadamente”, respectivamente. Ao empregar óleo de buriti no creme vegetal à base de óleo de palma, sua contribuição foi significativa na cor, aroma e sabor dispensando o uso de corantes e aromatizantes. Por fim, a análise sensorial demonstrou que o creme vegetal elaborado com óleo de buriti apresenta potencial para ser comercializado representando boa oportunidade de aplicação do fruto, com geração de emprego e renda para os produtores e fortalecimento do agroextrativismo sustentável.

**Palavras-chave:** alto oleico; carotenoides; fruto amazônico; tocoferóis

## INTRODUÇÃO

Inúmeras pesquisas têm sido realizadas com a intenção de verificar o potencial alimentício de uma infinidade de matérias-primas comercialmente subutilizadas, dentre as quais tem-se o fruto do buritizeiro (*Mauritia flexuosa* L.), o buriti.

A origem do buritizeiro é na Região Amazônica, no entanto, sua área de distribuição abrange os países da Bolívia, Peru, Equador, Colômbia, Venezuela, Trinidad e Tobago, Guiana, Suriname e Guiana Francesa. No Brasil, encontra-se nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste (Minas Gerais, São Paulo). No norte e nordeste do país a maior predominância está na Zona dos Cocais que corresponde a uma formação vegetal que se encontra entre a floresta Amazônica, a caatinga e o cerrado, ocupando uma faixa que engloba os estados do Maranhão e Piauí, também conhecida como Meio-Norte (1).

A palmeira, na época de safra, pode apresentar de 1 a 10 cachos com até 2.000 frutos com formato elipsoide a oval e de coloração castanho-avermelhada. A polpa do fruto, de coloração amarela ou laranja, é fonte rica de carotenoides precursores de vitamina A, como o  $\beta$ -caroteno (2). Também apresenta um teor significativo de fitosteróis que auxiliam na redução dos colesterol totais e lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzindo os riscos de infarto e acidente vascular cerebral. Também, trata-se de uma fonte rica em vitamina E devido à presença de tocoferóis (3, 4).

Da polpa do fruto é extraído o óleo, predominantemente empregado na indústria de cosméticos como cremes, sabonetes e hidratantes, com atividade bactericida, antioxidante e redutor da absorção de raios ultravioletas do sol. Este óleo, também pode ser empregado na indústria de alimentos em virtude da alta concentração de ácidos graxos insaturados, dentre os quais o ácido oleico ou ômega 9, que contribui no aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL), conhecido como colesterol bom (5). Speranza et al. (6) analisaram o óleo extraído do fruto do buriti e encontraram 78,8% de ácidos graxos insaturados, sendo 65,6% de oleico e 4,9% de linoleico. De acordo com os autores, o elevado percentual do ácido oleico e o baixo percentual do linoleico conferem ao óleo alta resistência à oxidação. Assim, o óleo de buriti desponta como alternativa à substituição do óleo de oliva.

O óleo, assim como o fruto, apresenta um elevado teor de carotenoides, em sua maioria o  $\beta$ -caroteno, podendo variar de acordo com pesquisas realizadas, entre 600 e 1.000 mg/kg, dependendo da variedade, grau de maturação, fatores agrônômicos e método de extração. Tais compostos são sensíveis ao calor e à luz. Além de contribuírem na saúde humana, a sua coloração vermelho-laranja dispensa o uso de corantes em produtos alimentícios (6).

Em virtude das características do fruto do buriti, esta pesquisa tem como objetivo analisar a composição química da polpa, as propriedades físico-químicas do óleo extraído da polpa por prensagem a frio e a aceitabilidade do creme vegetal com aplicação do óleo de buriti, visando gerar emprego e renda para os produtores e fortalecer o extrativismo do fruto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

A polpa *in natura* do fruto de buriti (12 kg) foi adquirida no comércio do povoado Brejinho, localizado no município de Caxias-MA, Brasil. Em seguida, foi armazenada a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento da extração do óleo e análises. Para a obtenção do óleo de buriti realizou-se a secagem de 11,5 kg da polpa do fruto e, em seguida, a extração do óleo foi feita a frio, em única prensagem. Logo após, o óleo bruto foi filtrado, envasado e estocado a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

O óleo de palma refinado, marca Biopalma, utilizado na produção do creme vegetal foi doado pela Indústria Triângulo Alimentos, localizada em Itápolis-SP, Brasil.

O creme vegetal foi produzido na Indústria Triângulo Alimentos empregando combinação de óleos de palma e buriti, além de aditivos. Testes preliminares foram realizados para a produção do creme vegetal, na proporção de óleo:água de 80:20 (m/m). Na fração oleosa foram testadas formulações de 60, 75 e 78% do óleo de palma com adição de 20, 5 e 2% do óleo de buriti, para produção do creme vegetal. Adotou-se a formulação com 2% do óleo de buriti, devido apresentar melhor cor, odor e sabor (Tabela 1).

Tabela 1 - Formulação do creme vegetal.

<b>Ingredientes</b>	<b>(%)</b>
<b>Fase oleosa</b>	
Óleo de palma	78,00
Óleo de buriti	2,00
Ácido etilenodiamino tetra-acético	0,05
Ésteres de ácido tartárico de mono e diglicerídeos	0,80
Ésteres de poliglicerol de ácido ricinoléico	0,25
<b>Fase aquosa</b>	
Água	17,79
Cloreto de sódio	1,00
Benzoato de sódio	0,05
Sorbato de potássio	0,05
Ácido cítrico	0,005

A fração oleosa foi composta dos óleos de palma e buriti, estabilizantes e emulsificantes. O óleo de palma foi aquecido a 45 °C, em seguida, adicionou-se o óleo de buriti e agitou-se manualmente. Acrescentaram-se os emulsificantes e estabilizantes, sob agitação, até completa dissolução. Na fase aquosa adicionou-se a água, o cloreto de sódio e os conservantes. Após a dissolução, misturou-se a fase aquosa na fase oleosa, sob intensa agitação, em banho de gelo. Em seguida, a agitação foi realizada utilizando batedeira doméstica (B-05, Mondial) até atingir a cremosidade adequada. Logo após, o creme vegetal foi armazenado em recipientes de polipropileno com tampa e refrigerado a 4 °C.

### **Caracterização da polpa de buriti**

Os teores de umidade, cinzas e lipídios foram determinados de acordo com os métodos da AOCS (7); a proteína bruta pelo método da AOAC (8); o conteúdo de carboidratos e fibras foi calculado por diferença, subtraindo-se a soma das porcentagens de umidade, lipídios, proteínas e cinzas de 100% e; o valor calórico segundo o método de Merrill e Watt (9). Os resultados obtidos para a composição química foram expressos em porcentagem e para o valor calórico em kcal/100 g da amostra.

### **Caracterização dos óleos e do creme vegetal**

#### **Análises físico-químicas**

Ácidos graxos livres e índice de acidez, método Ca 5a-40 AOCS (7), expressos em porcentagem de ácido oleico. Para essa determinação utilizou-se titulador automático (Metrohm, 794 Basic Titrino). O índice de acidez foi calculado multiplicando-se a porcentagem de ácidos graxos livres por 1,99, expresso em mg KOH/g.

Índice de peróxidos, realizado com o uso do titulador potenciométrico (Metrohm, 794 Basic Titrino) de acordo com o método Cd 8b-90 da AOCS (7), cujo resultado foi expresso em meq O<sub>2</sub>/kg.

Dienos conjugados, conforme método Ti 1a-64 da AOCS (7). Para a leitura da absorbância foi utilizado um espectrofotômetro (Shimadzu, UV mini 1240) no comprimento de onda de 233 nm e o resultado foi expresso em porcentagem.

Índice de saponificação, de acordo com o método Cd 3a-94 da AOCS (7), calculado a partir da composição de ácidos graxos, cujos resultados foram expressos em mg de KOH/g.

Índice de iodo, determinado segundo o método Cd 1c-85 proposto pela AOCS (7), calculado a partir da composição de ácidos graxos. Os resultados foram expressos em g de I<sub>2</sub>/100 g.

Índice de refração, conforme método Cc 7-25 da AOCS (7), determinado a 40 °C utilizando Refratômetro de Abbé (Biobrix – Tipo WYA, 2WA-J).

Compostos polares totais, determinados por meio de um analisador (Testo, modelo 270) no óleo pré-aquecido a 100 ± 5 °C (10). Os resultados foram expressos em porcentagem.

Estabilidade oxidativa, realizada utilizando o método Cd 12b-92 da AOCS (7), com o uso do instrumento Rancimat (Metrohm, modelo 743) a 110 °C e com fluxo de ar de 20 L/h. Os resultados da curva de condutividade elétrica x tempo (período de indução) foram expressos em horas.

Carotenoides totais, determinados em espectrofotômetro (Shimadzu, UV mini 1240), com leitura da absorbância em 446 nm (11), sendo os resultados expressos em mg de β-caroteno/kg.

#### Perfil dos ácidos graxos e triacilgliceróis

O perfil dos ácidos graxos foi determinado pelo método Ce 1-62 da AOCS (7), em cromatógrafo gasoso (Varian Inc, modelo 3900) a partir dos óleos esterificados pelo método Ce 2-66 da AOCS (7). Através do perfil de ácidos graxos determinou-se a composição dos triacilgliceróis com o uso do programa computacional desenvolvido por Antoniosi Filho et al. (12), desprezando resultados menores que 1%.

#### Composição de fitosteróis

A composição dos fitosteróis foi determinada de acordo com o método Ch 6-91 da AOCS (7) utilizando cromatógrafo gasoso (Shimadzu, Plus 2010) a partir da matéria insaponificável dos óleos, obtida de acordo com a metodologia proposta por Duchateau et al. (13). Para avaliação da composição dos tocoferóis utilizou-se o método Ch 6-91 da AOCS (7) por meio de cromatógrafo líquido de alta eficiência com detector de fluorescência (210-263, Varian Inc).

#### Conteúdo de gordura sólida

O conteúdo de gordura sólida foi obtido de acordo com o método Cd 16b-93 da AOCS (7), utilizando analisador de Ressonância Magnética Nuclear (Bruker, Minispec NMS 120).



### Análise sensorial

A análise sensorial afetiva foi realizada de acordo com o teste de aceitabilidade, na amostra do creme vegetal, através da escala hedônica estruturada de 9 pontos. Também foi aplicado o teste de intenção de compra do creme (14). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IBILCE/UNESP (CAAE: 60983316.7.0000.5466) e os painelistas deram consentimento por escrito antes de iniciar o teste. Houve a participação de 135 consumidores com idade entre 14 e 54 anos de ambos os gêneros, predominando os do sexo feminino (64%), sendo 92% não-fumantes. Os consumidores também responderam um questionário com relação à frequência com que consomem e o quanto gostam ou desgostam de creme vegetal e do fruto do buriti.

### Análise estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias testadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, por meio do programa ESTAT, versão 2.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Caracterização da polpa de buriti

O valor nutricional dos alimentos é analisado a partir da quantidade de macronutrientes em 100 g do alimento, conforme Tabela 2. O teor de umidade foi de 69,15%, dentro da faixa encontrada por outros autores, 54,3 a 79,7% (15, 16). A umidade está diretamente relacionada ao grau de maturação, origem e conservação dos frutos. É de suma importância, pois quanto maior o seu valor, maior a probabilidade de degradação do alimento pelo desenvolvimento de micro-organismos. O teor de cinzas encontrado para a polpa de buriti foi de 0,69%, cujo baixo valor reflete o fato da polpa se encontrar na forma *in natura*, com elevado teor de água.

Tabela 2 - Composição centesimal da polpa de buriti.

<b>Análises</b>	<b>%</b>
Umidade	69,15 ± 0,04
Cinzas	0,69 ± 0,10
Lipídios	9,40 ± 1,33
Proteínas	1,87 ± 0,17
Carboidratos	18,89
Valor Calórico (kcal/100 g)	167,64

Média ± Desvio Padrão.

Os teores de lipídios, proteínas e carboidratos são de extrema importância nutricional, pois correspondem ao ganho energético nos seres vivos. Os valores encontrados nesta pesquisa foram 9,4, 1,87 e 18,89% para lipídios, proteínas e carboidratos, respectivamente. Tais resultados encontram-se abaixo dos obtidos por Darnet et al. (15), 19,0 de lipídios, 3,7% de proteínas e 26,2% de carboidratos; o que pode ser explicado em virtude da região de cultivo do fruto, clima, solo, temperatura, época de colheita, estágio de maturação do fruto.

### Caracterização dos óleos e creme vegetal

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos das análises físico-químicas realizadas no óleo de buriti. O percentual obtido de ácidos graxos livres foi superior ao limite estabelecido pelo *Codex Alimentarius Commission* (17) que é de 2% em óleos prensados a frio e não refinados, podendo ser um indicativo da qualidade do fruto e, possivelmente, pelas condições de extração, armazenamento e transporte. Também, em estudo realizado com óleo de buriti bruto, Freitas et al. (18) encontraram maior percentual de ácidos graxos livres (3,99%).

Tabela 3 - Determinações físico-químicas do óleo de buriti.

<b>Análises</b>	<b>Óleo de buriti</b>
Ácidos graxos livres (% oleico)	2,84 ± 0,02
Índice de acidez (mg KOH/g)	5,65 ± 0,02
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg)	5,60 ± 0,10
Dienos conjugados (%)	0,23 ± 0,02
Índice de saponificação (mg KOH/g)	194,24 ± 0,03
Índice de iodo (g I <sub>2</sub> /100 g)	92,50 ± 0,00
Índice de refração (40 °C)	1,4614 ± 0,0004
Compostos polares totais (%)	3,00 ± 0,00
Estabilidade oxidativa (h)	55,10 ± 7,18
Carotenoides (mg/kg)	1.195,65 ± 88,24

Média ± Desvio Padrão.

O *Codex Alimentarius Commission* (17) e a ANVISA (19) estabelecem como limite máximo o valor de 15 meq/kg para óleos prensados a frio e não refinados. Observa-se que o óleo de buriti extraído por prensagem a frio apresenta índice de peróxidos abaixo deste limite estabelecido. O óleo de buriti apresenta menor índice de peróxidos em relação aos encontrados por Aquino et al. (20) e Santos et al. (21), 14,82 e 7,4 meq/kg, respectivamente, significando melhor qualidade.

O óleo de buriti analisado apresentou 0,23% de dienos conjugados, podendo ser considerado de boa qualidade e bom estado de conservação, com baixa degradação por oxidação dos ácidos graxos presentes nos triacilgliceróis.

O índice de saponificação do óleo de buriti se encontra dentro da faixa de valor estabelecido pelo *Codex Alimentarius Commission* (17) para o óleo de palma (190-209 mg KOH/g), e corrobora com os resultados obtidos por Soares et al. (22) que, ao avaliarem a qualidade de óleos de buriti, encontraram 193 mg KOH/g.

O índice de iodo para o óleo de buriti em estudo foi abaixo de 100 g I<sub>2</sub>/100 g, corroborando com Aquino et al. (20) que encontraram para o óleo de buriti do cerrado 90,00 g I<sub>2</sub>/100 g, ambos considerados não-secativos.

O valor do índice de refração para o óleo analisado é semelhante aos apresentados pelos óleos mais consumidos, como o de palma, por exemplo, que varia entre 1,454-1,456 (17) e quando comparado à literatura há certa semelhança, como no valor obtido por Aquino et al. (20) ao analisarem o óleo de buriti oriundo do cerrado brasileiro que foi de 1,47.

Outro fator preponderante nas análises dos óleos é o grau de degradação, que pode ser avaliado quanto à concentração de compostos polares totais. A presença desses compostos é um indicativo de alteração na qualidade do óleo, podendo até torná-lo impróprio para o consumo (23). O óleo em estudo apresentou um percentual de compostos polares baixo, indicando que apresenta boa qualidade, visto que o limite máximo estabelecido pela legislação é de 25%.

A estabilidade oxidativa é outro parâmetro para determinar a qualidade do óleo, pois através desta análise é possível obter o período de indução, ou seja, tempo em que a concentração de peróxidos atinge um valor crítico devido à oxidação do óleo e são produzidos compostos como aldeídos, álcoois, ésteres e polímeros. Na temperatura ambiente, essa oxidação ocorre de forma lenta, mas quando o óleo é aquecido o período de indução tende a diminuir e com isso a estabilidade do óleo (24). Para o óleo de buriti obteve-se um período de indução de 55,1 h nas condições de análise empregadas. Em estudo realizado por Silva et al. (25), o óleo de buriti mostrou-se muito estável oxidação (18,3 h), sendo considerado como um óleo com alta estabilidade oxidativa, equivalente ao azeite de oliva.

O óleo de buriti apresentou uma elevada quantidade de carotenoides totais, 1.195,65 mg de  $\beta$ -caroteno/kg. Soares et al. (22) analisaram carotenoides em óleos de buriti e quantificaram 201,25 e 324,63 mg  $\beta$ -caroteno/100 g de carotenoides totais. Assim, o óleo de buriti pode ser considerado uma fonte rica em  $\beta$ -caroteno, precursor da vitamina A, também um antioxidante eficaz na proteção contra doenças cardiovasculares ao inibir o processo de oxidação das lipoproteínas de baixa densidade, LDL (4).

Analisando o perfil de ácidos graxos do óleo de buriti observou-se um maior teor de monoinsaturados (Tabela 4), principalmente pelo percentual do ácido graxo oleico ( $\omega$ 9), 72,34% e, por isso, o óleo pode ser considerado alto oleico. Por outro lado, a presença de poli-insaturados foi muito pequena, 0,97%, aumentando a resistência à oxidação do óleo (6). No óleo de palma se sobressaíram os ácidos graxos saturados, com destaque o palmítico (54,8%) e o monoinsaturado, oleico, com 34,81%.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos dos óleos e creme vegetal.

Ácidos Graxos (%)	Óleo de buriti	Óleo de palma	Creme vegetal
Palmítico	25,40 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	54,80 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>	54,98 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>
Esteárico	1,30 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	5,77 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	4,25 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>
Oleico	72,34 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	34,81 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	35,88 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>
Linoleico	0,52 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	4,45 $\pm$ 0,01 <sup>b</sup>	4,69 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>
Linolênico	0,45 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>	0,08 $\pm$ 0,01 <sup>c</sup>	0,12 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>
Saturados	26,70 $\pm$ 0,16 <sup>c</sup>	60,57 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	59,22 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
Monoinsaturados	72,34 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	34,81 $\pm$ 0,08 <sup>c</sup>	35,88 $\pm$ 0,03 <sup>b</sup>
Poli-insaturados	0,97 $\pm$ 0,02 <sup>c</sup>	4,53 $\pm$ 0,00 <sup>b</sup>	4,81 $\pm$ 0,01 <sup>a</sup>

Médias  $\pm$  desvios padrões seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O creme vegetal apresentou maior percentual de ácidos graxos saturados. É notório que há uma equivalência entre os saturados e insaturados, com relação 60:40. Dessa forma há estabilidades emulsificante e oxidativa, em virtude do maior percentual de saturados, mas sem perder os benefícios nutricionais dos insaturados. Isto foi possível em virtude da composição do óleo de palma, comumente utilizado na produção de margarinas e cremes vegetais (26).

A composição em triacilgliceróis com os números de carbonos equivalentes (NCE) dos óleos e creme vegetal está representada na Tabela 5. Observam-se seis diferentes tipos de triacilgliceróis (48 a 54 NCE). O maior percentual no óleo de buriti é do triacilglicerol POO, com 39,83%, seguido do OOO, 37,79%, explicado pelo maior percentual de ácido graxo oleico.

Na composição de triacilgliceróis do óleo de palma e creme vegetal, observam-se 10 diferentes tipos de triacilgliceróis (48 a 54 Número de Carbono Equivalente – NCE). Os triacilgliceróis, POP e POO, apresentaram os maiores percentuais, seguidos do PPP, isto em virtude do percentual dos ácidos graxos palmítico e oleico, oriundos do óleo de palma.

Tabela 5 - Composição de triacilgliceróis (TAG) dos óleos e creme vegetal.

TAG (%)	NCE	Óleo de buriti	Óleo de palma	Creme vegetal
PPP	48:0	1,64	16,46	16,64
SPP	50:0	nd	5,23	3,90
POP	50:1	13,99	31,35	35,58
PLP	50:2	nd	4,05	4,27
SOP	52:1	1,43	6,64	5,09
POO	52:2	39,83	19,91	21,27
PLO	52:3	nd	5,15	5,57
SOO	54:2	2,04	2,11	1,66
OOO	54:3	37,79	4,21	4,63
OLO	54:4	nd	1,64	1,82

P: Palmítico; O: Oleico; L: Linoleico; S: Esteárico.

NCE: Número de Carbono Equivalente.

nd: não detectado.

A composição dos fitosteróis dos óleos e creme vegetal encontra-se na Tabela 6. O óleo de buriti apresentou apenas 36,75 mg/kg fitosteróis totais, destacando o isômero estigmasterol. Para o óleo de palma e creme vegetal, os resultados foram menores, possivelmente pelo fato do óleo de palma ser refinado.

Tabela 6 - Composição de fitosteróis e tocoferóis dos óleos e creme vegetal.

Compostos (mg/kg)	Óleo de buriti	Óleo de palma	Creme vegetal
<b>Fitosteróis</b>			
Campesterol	6,81 ± 0,12 <sup>a</sup>	nd	3,00 ± 0,20 <sup>b</sup>
Estigmasterol	29,94 ± 0,14 <sup>a</sup>	7,48 ± 0,48 <sup>b</sup>	7,85 ± 0,35 <sup>b</sup>
Totais	36,75 ± 0,26 <sup>a</sup>	7,48 ± 0,48 <sup>c</sup>	10,85 ± 0,16 <sup>b</sup>
<b>Tocoferóis</b>			
α-tocoferol	263,80 ± 0,28 <sup>a</sup>	22,10 ± 0,14 <sup>b</sup>	18,75 ± 0,49 <sup>c</sup>
β-tocoferol	14,10 ± 0,28	nd	nd
γ-tocoferol	355,30 ± 0,28 <sup>a</sup>	26,00 ± 0,14 <sup>b</sup>	11,30 ± 0,42 <sup>c</sup>
δ-tocoferol	41,95 ± 0,64	nd	nd
Totais	675,15 ± 0,21 <sup>a</sup>	48,10 ± 0,00 <sup>b</sup>	30,05 ± 0,07 <sup>c</sup>

Médias ± desvios padrões seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O teor de tocoferóis totais do óleo de buriti foi de 675,15 mg/kg, sendo os isômeros α- e γ-tocoferol os que apresentaram maiores quantidades, 263,8 e 355,3 mg/kg, respectivamente. O óleo de palma e o creme vegetal não apresentaram teores de β- e δ-tocoferol; além disso, apresentaram baixos valores dos demais isômeros, provavelmente devido ao processo de refinação do óleo de palma.



A Tabela 7 apresenta o percentual do conteúdo de gordura sólida da fase oleosa do creme vegetal nas temperaturas 10, 20, 25, 30, 35 e 40 °C. Observa-se que, com um aumento da temperatura, há redução brusca na quantidade de gordura sólida. De acordo com Esmailifard et al. (27), para que margarinas e cremes vegetais não apresentem uma sensação granulosa na boca é necessário que contenha menos de 3,5% de gordura sólida a 33,3°C e um bom derretimento à temperatura corporal. Os resultados do presente trabalho corroboram com estes autores, visto que em 30 e 35°C, os conteúdos de gordura sólida foram 6,35 e 2,99%, respectivamente.

Tabela 7 - Conteúdo de gordura sólida (CGS) do creme vegetal.

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>CGS (%)</b>
10	39,75
20	17,30
25	10,89
30	6,35
35	2,99
40	0,58
45	0,00

A Tabela 8 apresenta os resultados da análise sensorial, onde a média do perfil dos consumidores foi “gosto pouco” de creme vegetal e buriti, o que corresponde à média de frequência de consumo “1 vez por semana” e “1 vez por quinzena”, respectivamente. O pouco interesse no creme vegetal ou no buriti está intrinsecamente relacionado ao sabor. Sugere-se que, para a finalidade de maior consumo, outros ingredientes/flavorizantes devem ser incorporados ao creme vegetal para aumentar o interesse e aceitação dos consumidores.

Tabela 8 - Perfil dos consumidores sobre consumo de creme vegetal e buriti.

<b>Produtos</b>	<b>Gostam/ Desgostam</b>	<b>Frequência de Consumo</b>
Creme vegetal	4,05	3,42
Buriti	4,16	2,15

Na Tabela 9 são apresentadas as médias de aceitação por atributos sensoriais e de intenção de compra dos consumidores. A partir dos resultados adquiridos para o teste de aceitação, observa-se que a média de todos os atributos foi “gostei moderadamente”, e a média da intenção de compra foi de “provavelmente compraria”.

Tabela 9 - Aceitação por atributos sensoriais e intenção de compra do creme vegetal.

<b>Atributos</b>	<b>Médias de aceitação</b>
Aparência	7,75
Cor	7,58
Aroma	7,03
Textura	7,44
Sabor	7,19
Aceitação Global	7,65
Intenção de compra	4,23

## CONCLUSÕES

O óleo extraído da polpa de buriti apresentou índices de boa qualidade, além de ser considerado um óleo alto oleico. Apresentou, também, um percentual significativo de carotenoides e tocoferóis que são precursores de vitaminas A e E, respectivamente. No emprego do óleo de buriti no creme vegetal à base de óleo de palma, a sua contribuição foi significativa na cor, aroma e sabor dispensando o uso de corantes e aromatizantes. Por outro lado, novos estudos devem ser realizados com o intuito de melhorar a formulação do creme, por meio de novos ingredientes, para conseguir maior aceitação por parte do consumidor. Além da indústria alimentícia, a indústria de cosméticos também pode se beneficiar deste óleo para a elaboração de cremes, protetores solares, condicionadores, óleos para banho, maquiagem, entre outros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro e bolsa de doutorado; à Indústria Triângulo Alimentos, à Fazenda Água Boa, à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, à Universidade Federal do Maranhão – UFMA e à Universidade Federal do Piauí – UFPI, pela disponibilidade dos professores, técnicos, alunos e laboratórios, que colaboraram com esta pesquisa e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de produtividade em pesquisa.

## REFERÊNCIAS

1. Sampaio MB. Ecologia, manejo e conservação do buriti (*Mauritia flexuosa* Arecaceae) nos brejos do Brasil Central [tese]. Campinas: Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas; 2012.
2. Cândido TLN, Silva MR, Agostini-Costa TS. Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. *Food Chem.* 2015; 177(1):313-9.
3. Wong YF, Makahleh A, Saad B, Ibrahim MNM, Rahim AA, Brosse N. UPLC method for the determination of vitamin E homologues and derivatives in vegetable oils, margarines and supplement capsules using pentafluorophenyl column. *Talanta* 2014; 130(1):299-306.
4. Santos MFG, Alves RE, Roca M. Carotenoid composition in oils obtained from palm fruits from the Brazilian Amazon. *Grasas Aceites* 2015b; 66(3):1-8.
5. Farràs M, Valls RM, Fernández-Castillejo S, Giralt M, Solà R, Subirana I, et al. Olive oil polyphenols enhance the expression of cholesterol efflux related genes *in vivo* humans. A randomized controlled trial. *J Nutrit Biochem.* 2013; 24(1):1334-9.
6. Speranza P, Falcão ADO, Macedo JA, Silva LHMD, Rodrigues AMDC, Macedo GA. Amazonian buriti oil: chemical characterization and antioxidant potential. *Grasas Aceites* 2016; 67(2):1-9.

7. AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. Chicago, IL: AOCS; 2009.
8. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analysis Chemists. Arlington, IL: AOAC; 2012.
9. Merrill AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Washington, DC: USDA; 1973.
10. Uriarte PS, Guilén MD. Formation of toxic alkylbenzenes in edible oils submitted to frying temperature: influence of oil composition in main components and heating time. *Food Res Int.* 2010; 43(8):2161-70.
11. Siew WL, Tang TS, Tan YA. PORIM teste methods. Kuala Lumpur, KUL: Palm Oil Research Institute of Malaysia, 1995.
12. Antoniosi Filho NR, Mendes OL, Lanças FM. Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRCG. *Chromatographia* 1995; 40(9):557-62.
13. Duchateau G, Bauer-Plank C, Louter A, Ham M, Boerma J, Rooijen J, et al. Fast and accurate method for total 4-desmethyl sterol(s) content in spreads, fat-blends, and raw materials. *J Am Oil Chem Soc.* 2002; 79(3):273-8.
14. Santos JL, Santos JK, Santos EF, Sanches FFZ, Manhani MR, Novello D. Sensorial and physicochemical qualities of pasta prepared with amaranth. *Acta Sci. Technol.* 2015a; 37(1):69-75.
15. Darnet SH, Silva LHMD, Rodrigues AMDC, Lins RT. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and pataua (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the amazon region. *Food Sci Technol.* 2011; 31(1): 488-91.
16. Manhães LRT, Sabaa-Sur AUO. Centesimal composition and bioactive compounds in fruits of buriti collected in Pará. *Ciênc Tecnol Alim.* 2011; 31(4):856-63.
17. Codex Alimentarius Commission. Codex-Stan 210: Codex Standard for named vegetable oils, Codex Alimentarius Commission, Rome; 2009.
18. Freitas MLF, Chisté RC, Polachini TC, Sardella LACZ, Aranha CPM, Ribeiro APB et al. Quality characteristics and thermal behavior of buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. *Grasas Aceites* 2017; 68(4): e220.
19. BRASIL. Resolução RDC nº 481, de 15 de março de 2021. "Dispõe sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais". Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br> >. Acesso em: 15 de nov. de 2023.
20. Aquino JS, Pessoa DCNP, Araújo KLG, Epaminondas PS, Schuler ARP, Souza AG, et al. Refining of buriti oil (*Mauritia flexuosa*) originated from the Brazilian

- cerrado: physicochemical, thermal-oxidative and nutritional implications. *J Braz Chem Soc.* 2012; 23(2):212-9.
21. Santos MFG, Marmesat S, Brito E, Alves R, Dobarganes MC. Major components in oils obtained from Amazonian palm fruits. *Grasas Aceites* 2013; 64(3):328-34.
  22. Soares JF, Borges LA, Brandi IV, Santos SHS, Lima JP. Caracterização do óleo de buriti produzido no Norte de Minas Gerais: parâmetros de qualidade, perfil de ácidos graxos e conteúdo de carotenoides. *Res Soc Dev.* 2021; 10(3): e58010313734.
  23. Jorge N, Veronezi CM, Del Ré PV. Antioxidant effect of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts in soybean oil under thermoxidation. *J Food Proc Pres.* 2015; 39(1):1399-406.
  24. Kowalski B, Ratusz K, Kowalska D, Bekas W. Determination of the oxidative stability of vegetable oils by Differential Scanning Calorimetry and Rancimat measurements. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2004; 106(1):165-9.
  25. Silva SM, Sampaio KA, Taham T, Rocco SA, Ceriani R, Meirelles AJA. Characterization of oil extracted from buriti fruit (*Mauritia flexuosa*) grown in the Brazilian Amazon region. *J Am Oil Chem Soc.* 2009; 86:611-6.
  26. Omar Z, Hishamuddin E, Sahri MM, Fauzi SHM, Dian NLHM, Ramli MR et al. Palm oil crystallization: a review. *J. Oil Palm Res.* 2015; 27(2):97-106.
  27. Esmaeilifard N, Bahmaei M, Eshratabadi P. Comparison of physicochemical characteristics of some margarines and butters in Iranian market during storage. *J Pharm Health Sci.* 2016; 4(3):181-92.

**PHYSICOCHEMICAL AND BIOACTIVE CHARACTERIZATION OF THE LIPID FRACTIONS OF TUCUMÃ (*Astrocaryum aculeatum*) PULP AND NUT****Tainara Costa**<sup>ID</sup>; **Carolina Médici Veronezi**<sup>ID</sup>; **Neuza Jorge**<sup>\*ID</sup>

São Paulo State University “Júlio de Mesquita Filho”, Department of Food Engineering and Technology, R. Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, São José do Rio Preto, São Paulo, 15054-000, Brazil

*\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: neuza.jorge@unesp.br*

**Summary:** This study aimed at evaluating the proximate composition of the fruit, and the physicochemical and bioactive properties and the antioxidant capacity present in the lipid fraction of tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) pulp and nut. The lipid level of the two fractions was higher than 27%, and the main macronutrient in the pulp, as well as in the nut, was dietary fiber. There was significant presence of mineral, especially sodium, magnesium, potassium, and calcium. The physicochemical properties confirmed the good quality of the oils. The level of oxidative stability was influenced by the fatty acid composition, reaching the value of 63.6 h for tucumã nut oil. As to the fatty acid composition, oleic acid (66.3%) stood up, among the unsaturated fatty acids, in the pulp oil. The most abundant bioactive compounds were  $\beta$ -sitosterol in both oils, and carotenoids (183.7  $\mu\text{g}$  per g) and phenolic compounds (242.7 mg GAE per kg) in pulp oil. The oils showed to have antioxidant capacity to inhibit free radicals. The oils analyzed may present benefits when ingested, fighting free radicals *in vivo*, and they may also serve as sources of natural antioxidants for food, pharmaceutical, and cosmetic industries.

**Keywords:** amazon fruits; antioxidant capacity; bioactive compounds; chemical characterization



## INTRODUCTION

Bioactive compounds are extra-nutritional constituents and typically occur in small quantities in foods. They result from a balanced diet and strengthen the endogenous system, which reduces oxidative stress and the risk of pathologies, especially cancer and atherosclerosis, since they are capable of neutralizing free radicals that result from intracellular oxidative processes (1).

According to Cicerale et al. (2), it is believed that the diet influences the most common diseases in society - cardiovascular diseases, cancer, hypertension, and obesity. The level to which the diet prevents these diseases is still unknown, but the common estimate accepted by specialists is that less than a third of cancer cases and about half of heart and arteries pathologies and hypertension may be attributed to diet.

With this, in the last few years, a considerable interest about the chemical composition of wild fruits and seeds has been generated. The results have demonstrated that some plants are rich in oils and ascorbic acid, thus presenting possibility of being alternative sources of raw material, with viable quantities for the industrial process. Besides, oils extracted from seeds can be sources of nutrients and bioactive compounds (3), and, yet, add value to processed foods (4).

Amazon region is known as the main genetic reserve of native plants in the country, where more than 500 fruit species with potential for use by the man are found (5). This region, tucumã is a species that is highly used by local population, from its leaves, which present high-resistance fibers, to its fruits, which are rich in vitamin A, saturated fatty acids, and lipids (6).

Baldissera et al. (7) demonstrated that treatment with tucumã oil causes a hypoglycemic effect improving insulin levels and antioxidant/oxidant status, and has a protector effect against pancreatic damage induced by oxidative stress in alloxan-induced diabetic mice.

In this context, the present study aimed at evaluating the nutritional composition of tucumã (*Astrocaryum aculeatum*) pulp and nut, as well as their physicochemical and bioactive properties, and antioxidant capacity of their lipid fractions, with interest in better identifying quality and application of this raw material from the Amazon.

## MATERIAL AND METHODS

### Materials

The fruits of *Astrocaryum aculeatum* came from Northern Brazil, at 01°27'21"S latitude and 48°30'16"W longitude. Three lots of fruits were acquired in different times harvests, and homogenized. The ripe fruits were collected and those that presented cracks and damages by insects and/or attacks by animals or birds were discarded. After receipt, the fruits were selected, the nuts were manually removed, and, then, they were dried in an oven with forced air circulation at 40°C, in order to reduce the moisture level (< 10 %).

The lipid fraction was obtained from the pulps and nuts, separately using a Soxhlet extractor. The lipid fraction obtained being packed in amber glass flask, inertized with gas nitrogen and stored in freezer (-18°C) until the moment of analyses.

### Proximate composition

Moisture, lipid, and ash contents were performed through the official methods of American Oil Chemists' Society (8). The proteins were determined by the official method of Association of Official Analytical Chemists (9). Soluble and insoluble dietary fibers were determined by enzymatic-gravimetric method, according to Prosky et al. (10), which was proposed by AOAC (9). Available carbohydrate content were quantified by difference. The energetic power was assessed by multiplying protein, lipid, and carbohydrate percentages through the Atwater factors 4, 9, and 4, respectively (11). The levels of minerals were extracted by the AOAC's method (9), and quantified through an inductively coupled plasma atomic emission spectrophotometer (model 720-ES, Varian, Walnut Creek, CA, USA), using a specific calibration curve for each mineral. The sodium was analyzed with a flame photometer (model DM-61, Digimed, São Paulo, Brazil), and expressed as mg per 100 g.

### **Physicochemical properties**

The free fatty acids, peroxide, conjugated dienes, iodine, refraction, saponification, unsaponifiable matter and oxidative stability indexes were determined through the official methods of AOCS (8). The fatty acid profile was conducted through gas-liquid chromatography from the esterified oils through the method AOCS (8). A gas chromatographer (model 3900, Varian, Walnut Creek, CA, USA) with a flame ionization detector, split injection system, and fused-silica capillary column was used (CP-Sil 88, Microsorb, Varian, Walnut Creek, CA, USA). The initial temperature of the oven was 90°C for 4 min., then it was heated at 10°C per min until it reached 195°C, when it was kept at the same temperature for 16 min. The temperatures that were used in the injector and in the detector were 230 and 250°C, respectively. Hydrogen was used as the carrier gas. The fatty acids were identified according to their retention times, by comparing them with standard 37 composed of methyl esters of fatty acids C4:0 to C24:1, with purity between 99.1 and 99.9% (Supelco, Bellefonte, USA). The probable triacylglycerol composition of oils was determined by using a computer program developed by Antoniassi Filho et al. (12) which takes into consideration the composition of the sample in fatty acids. Groups with total triacylglycerol concentration under 1% were ignored.

Tocopherol composition was conducted through a high-performance liquid chromatographer (model 210-263, Varian, Walnut Creek, CA, USA), with a fluorescence detector, silica-packed stainless steel column (100 Si, Microsorb, Varian, Walnut Creek, CA, USA), with an excitation wavelength of 290 nm, and an emission wavelength of 330 nm. The concentration values were calculated based on the excitation peak areas of the reading, and expressed as values for each separate isomer. A standard curve of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherol (Supelco, Bellefonte, USA) with a high purity level was prepared in order to express tocopherol contents in mg per kg. Vitamin E was calculated as per the method that was described by McLaughlin and Weihrauch (13). The conversion values were the following:  $\alpha$ -tocopherol x 1.0;  $\beta$ -tocopherol x 0.40;  $\gamma$ -tocopherol x 0.10, and  $\delta$ -tocopherol x 0.01. The result was expressed as  $\alpha$ -tocopherol equivalents (mg per kg).

Phytosterol composition was conducted through gas chromatography of the unsaponifiable matter. Saponification was performed according to the methodology by Duchateau et al. (14). In order to determine phytosterol contents, a gas chromatographer was used (model Plus-2010, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan). It was equipped with a flame ionization detector, split injection system, and fused-silica capillary column (Restek RTX 5, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan). The temperature of the oven was initiated at 100°C for 2 min, heated at 15°C per min until 260°C and kept isothermal for 35 min. The

temperatures that were used in the injector and in the detector were 280 and 320°C, respectively. Hydrogen was used as the carrier gas. The phytosterols were identified according to their retention times, by comparing them with 95-98% purity standards (Supelco, Bellefonte, USA). They were analyzed at the same conditions as the samples. The quantitation of each isomer was performed through internal standard (5 $\alpha$ -cholestane-3 $\beta$ -ol), based on peak areas. It was expressed in mg per 100 g.

Total carotenoids were determined through a scanning spectrophotometer (model UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan), as per the methodology described by Rodriguez-Amaya (15). Quantification was calculated by means of absorption in the maximum absorption wave length and A value of 2592, in petroleum ether, to calculate the quantity of total carotenoids, expressed as  $\beta$ -carotene. The values were expressed in  $\mu$ g  $\beta$ -carotene per g of lipid fraction. Vitamin A was calculated according to the pro-Vitamin A carotenoid ratio that was established by Medicine, Food, and Nutrition Institute, where one retinol activity equivalent (RAE) = 1  $\mu$ g retinol = 12  $\mu$ g  $\beta$ -carotene (16).

In order to determine total phenolic compounds, the extraction was performed according to the method that was proposed by Parry et al. (17). Quantitation was determined as per the methodology that was described by Singleton and Rossi (18), by using Folin-Ciocalteu reagent. Detection was performed at  $\lambda = 765$  nm in a spectrophotometer (model UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan). Gallic acid was used for the standard curve. Results were expressed as mg of gallic acid equivalents per oil kilogram.

### **Antioxidant capacity**

Antioxidant capacity analyses were performed through four different methodologies. They were all conducted in a spectrophotometer (model UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan). The analysis of  $\beta$ -carotene/linoleic acid system was conducted according to the method that was developed by Marco (19) and modified by Miller (20), which assesses the inhibition capacity of free radicals that are generated during the peroxidation of linoleic acid. The absorbance was measured at 470 nm, and the results were expressed as percentages. DPPH $\cdot$  analysis was performed as per Kalantzakis et al. (21). That method consists of evaluating the sequestering activity of free radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl. Antioxidant activity analysis was also conducted through FRAP method (Ferric Reducing Antioxidant Power), which is based on the ability for phenols to reduce complex Fe $^{+3}$ -TPTZ (tripyrindyl-s-Triazine ferric iron) to complex Fe $^{+2}$ -TPTZ (tripyrindyl-s-Triazine ferrous iron) at pH 3.6. That methodology was described by Szydłowska-Czerniak et al. (22) and expressed as  $\mu$ M trolox per 100 g. Then, the methodology described by Re et al. (23) was performed, it is based on the capacity for molecular antioxidants to reduce ABTS radical $^{+}$ , and its result is expressed in  $\mu$ M trolox per 100 g.

### **Statistical analysis**

The results obtained from the analytical determinations, in triplicate, and expressed as means  $\pm$  standard deviation were subjected to variance analysis and the differences between means were tested at 5% probability by Tukey test, using the program ASSISTAT, version 7.6.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

### **Proximate composition**

The pulp and the nut were dried until they reached a moisture percentage lower than 10%, as shown in Table 1, which is recommended for oil extraction and better conservation of raw material. In practice, the seeds are dried in order to reach 2 and 10% moisture, as that way it is possible to increase their oil extraction yield, and also because it maintains their chemical and nutritional characteristics for several months (24).

**Table 1** - Proximate composition, calorific value, and mineral composition of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Constituents	Pulp	Nut
Macronutrients (%)		
Moisture	4.7 ± 0.2 <sup>b</sup>	5.8 ± 0.1 <sup>a</sup>
Protein	5.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	6.3 ± 0.1 <sup>a</sup>
Lipids	30.7 ± 0.1 <sup>a</sup>	27.2 ± 0.2 <sup>b</sup>
Ashes	2.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
Total dietary fibers	32.6 ± 0.2 <sup>b</sup>	54.8 ± 0.2 <sup>a</sup>
Insoluble Fiber	24.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	53.4 ± 0.2 <sup>a</sup>
Soluble Fiber	8.4 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.1 <sup>b</sup>
Available carbohydrates*	24.5 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.9 ± 0.2 <sup>b</sup>
Calories (kcal per g)	524.9	508.4
Micronutrients (mg per 100 g)		
Boron	0.6 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.1 <sup>b</sup>
Calcium	0.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	14.8 ± 0.1 <sup>a</sup>
Copper	0.2 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>
Iron	1.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>b</sup>
Potassium	1.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	42.6 ± 0.3 <sup>a</sup>
Magnesium	41.4 ± 0.6 <sup>b</sup>	45.2 ± 0.5 <sup>a</sup>
Manganese	3.5 ± 0.4 <sup>a</sup>	3.6 ± 0.1 <sup>a</sup>
Sodium	182.8 ± 1.0 <sup>a</sup>	75.6 ± 0.3 <sup>b</sup>
Phosphorus	1.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.7 ± 0.1 <sup>a</sup>
Zinc	1.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.1 <sup>b</sup>

Average values ± standard deviations of triplicate analysis that are followed by the same letters in the lines are not different as per Tukey test 5% probability. \*Calculated through subtraction.

The protein level found in the nut was higher than in the pulp, both with considerable level of this macronutrient. Similar result was reported by Duarte (25), who analyzed the biological, chemical, and physicochemical parameters of maripa palm fruit as subsidy to the study of potential of producing oil and found protein level of 3.97% in pulp and 5.41% in nut.

The fruit analyzed may be considered good source of lipids, since both fractions contributed with more than 27% of this macronutrient. Azevedo et al. (26) evaluating the tucumã pulp found a lower lipid value, 21.25%. Comparing the results obtained by Coimbra and Jorge (27), in a study performed with fruits from palm trees, it is possible to infer that the amount of lipids is different in each fruit species. Besides that, the nuts presented lipid contents that are significantly higher than in the pulps.

The level of ashes indicates the quantity of minerals present, this way, the pulp can be considered a source of mineral, once its ash content was, approximately 2.5%, while in the nut it was only 1.1%.

In Table 1, it is possible to observe that the samples showed to be important sources of total dietary fiber, with emphasis on tucumã nut (54.8%). On the other hand, tucumã pulp showed to be a good source of soluble fibers (8.4%). The calorific value shows that both fractions of the fruit are good sources of energy for human beings. The daily intake of 100 g of pulp and nut contributes with 26.2 and 25.4%, respectively, of the daily need for a 2000 kcal adult/day diet (28).

However, one must be careful with the ingestion of tucumã pulp, since it contains 182.8 mg of sodium per 100 g, which represents about 12% of the adequate daily intake (1.5 g per day), according to dietary reference intakes. Considerable quantities of potassium, phosphorous, magnesium, and calcium, which are beneficial to the body, were also verified. Therefore, its consumption is important to hydroelectrolytic balance in each person.

### Physicochemical properties

In tucumã pulp and nut oils, the percentages of free fatty acids were 0.8% of oleic acid (Table 2). This lipid fraction presented low percentage of free fatty acids, which indicates low development of hydrolysis, showing the good quality of the lipid fraction. *Codex Alimentarius Commission* (29) determines as quality parameter for cold-pressed crude oils maximum acidity of 4.0 mg per KOH g.

**Table 2** - Physicochemical properties of lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Determinations	Pulp	Nut
Free fatty acids (% oleic)	0.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>a</sup>
Peroxides (meq O <sub>2</sub> per kg)	9.4 ± 0.2 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>b</sup>
Conjugated dienes (%)	0.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
Iodine value (g I <sub>2</sub> per 100 g)	62.1 ± 0.1 <sup>a</sup>	21.5 ± 0.1 <sup>b</sup>
Refractive index (40°C)	1.4548 ± 0.0003 <sup>a</sup>	1.4490 ± 0.0003 <sup>b</sup>
Saponification value (mg KOH per g)	194.6 ± 0.1 <sup>b</sup>	232.7 ± 0.2 <sup>a</sup>
Unsaponifiable matter (%)	1.5 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.6 ± 0.1 <sup>a</sup>
Oxidative stability (h)	43.9 ± 0.7 <sup>b</sup>	63.6 ± 0.7 <sup>a</sup>

Average values ± standard deviations of triplicate analysis that are followed by the same letters in the lines are not different as per Tukey test 5% probability.

*Codex Alimentarius Commission* (29) defines maximum values of peroxide indexes of 10 and 15 meq per kg for refined and crude oils, respectively. The lipid fractions analyzed presented peroxide values below 10 meq per kg, 9.4 and 0.8 meq per kg, for pulp and nut, respectively. Similar result was reported by Costa et al. (30), who studied the tucumã pulp oil from Amazon at different temperatures and found 11.8 meq per kg.

Usually, in order to verify the oxidative quality of the oil, conjugated dienes, which are primary products of oxidation, also are determined. The formation of conjugated dienes is related to oxidation of poly-unsaturated fatty acids of oil, formed by the movement of double bonds (31). Thus, it is possible to observe that the lipid fraction in the pulp presented level of conjugated dienes significantly higher than in the nut. Besides the influence caused by the natural composition of the samples, this difference also occurred due to the fact that the pulps are totally exposed to oven temperature at the moment of the previous drying, after receipt of the fruits, while the nuts were involved by the endosperm or seed, which is very thick and protected them from the action of temperature and oxygen.



As iodine level is used to measure the degree of oil unsaturation, the analysis indicated that the lipid fraction in the pulp is more unsaturated than in the nuts. It is known that the consumption of unsaturated fatty acids offers lower risk of cardiovascular diseases, since they do not increase the levels of blood cholesterol. Whereas the low iodine level in the nut indicates that the oil is more saturated, which reduces the propensity to lipid oxidation during heating.

Coimbra and Jorge (32), in a study performed with oils extracted from pulps and nuts of palm trees, also verified iodine levels that were higher in pulps than in nuts, showing 69 and 26 g I<sub>2</sub> per 100 g in jerivá pulp and nut oils, respectively.

The refractive index is mainly related to the saturation degree and to the proportion of cis fatty acids and trans double bonds, besides being influenced by oxidative processes. In the oils analyzed, the refractive indices at 40°C were 1.4548 in pulp and 1.4490 in nut. These values are consistent to those found in conventional oils, such as cotton (1.458-1.466) and palm kernel (1.448-1.452) oils (29).

The saponification value of a sample is inversely proportional to the average molecular weight of fatty acids of the glycerides that are present. Thus, it can be inferred that the lipid fraction in the nut is composed of fatty acids of lower molecular weight than in the pulp. Tucumã pulp oil presented saponification value that is very close to what found by Costa et al. (30) in the tucumã oils extracted using supercritical CO<sub>2</sub>, whose value was 196.2 mg KOH per g. As the unsaponifiable matter includes natural substances such as sterols, tocopherols, pigments, and hydrocarbons, the lipid fractions analyzed must contain high quantities of these compounds.

Oxidative stability is an important parameter to evaluate the possible applications of oils in food and in other commercial products. It can be observed that nut oil presented oxidative stability (63.6 h) that was significantly higher than in pulp oil. This is due to the fact that the pulp oil presented higher refractive index than the nut oil, indicating unsaturation level that is also higher. Therefore, since nut oil contains fewer unsaturations, it is less susceptible to oxidation, obtaining higher oxidative stability. Costa, Veronezi and Jorge (33), also analyzing oils extracted from nut, verified oxidative stability at 100°C of 22.4 h in *Oenocarpus bataua* nut oils.

Table 3 displays the fatty acid profile of the lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut. The fraction of saturated fatty acids prevailed in tucumã nut lipid fraction (77.9%), favoring the oxidative stability of this oil, since there are no double bonds. Most fatty acids in pulp oil were monounsaturated, represented by oleic (66.3%). Nut oil also presented oleic acid (19.2%) in its monounsaturated fraction.

**Table 3** - Fatty acid profile of lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Fatty acids (%)	Pulp	Nut
Saturated	30.1 ± 0.1 <sup>b</sup>	77.9 ± 0.1 <sup>a</sup>
Caprylic	nd	1.3 ± 0.1
Capric	nd	1.3 ± 0.1
Lauric	0.2 ± 0.1	45.4 ± 0.1
Myristic	0.3 ± 0.1	22.6 ± 0.1
Palmitic	26.8 ± 0.1	5.1 ± 0.1
Stearic	2.7 ± 0.1	2.2 ± 0.1
Arachidic	0.1 ± 0.1	nd

Monounsaturated	67.5 ± 0,1 <sup>a</sup>	19.2 ± 0.1 <sup>b</sup>
Oleic	66.3 ± 0,1	19.2 ± 0.1
Cis-11-eicosenoic	1.2 ± 0,1	nd
Polyunsaturated	2.3 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.9 ± 0.1 <sup>a</sup>
Linoleic	2.1 ± 0.1	2.9 ± 0.1
$\alpha$ -linolenic	0.2 ± 0.1	nd

Average values  $\pm$  the standard deviation of the triplicate analysis. Averages that are followed by the same letters in the lines are not different as per Tukey test 5% probability. nd: not detected.

Bony et al. (34) also found, in oil extracted from tucumã pulp, oleic acid as major fatty acid, in 63.5%, followed by palmitic and stearic acids, 25 and 2.4%, respectively.

From among the lipids available as calorific source, triacylglycerols (TAG) are the greatest example and differ according to the size of their carbon chains. Long chain fatty acids (LCFA) are more commonly found in regular diet, while medium chain fatty acids (MCFA) represent about 3% of the lipid composition of a meal, despite their medical advantages.

According to Table 4, which shows the triacylglycerol distribution with the numbers of equivalent carbons (NEC) of the lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut, it is possible to observe that tucumã pulp oil contains five species of triacylglycerols (48 to 56 NEC), the triacylglycerols of 52 NEC (42.6%) being predominant, followed by the ones of 54 NEC (38.7%), while nut oil presented nine species of triacylglycerols (36 to 50 NEC), the triacylglycerols of 38, 42, and 44 NEC being the major ones, with 16.5, 22.8, and 17.6%, respectively. Considering the fatty acid profile, the major triacylglycerols were POO (37.1%) and OOO (30.6%) in pulp, and MLaLa (16.5%) and LaOLa (13.9%) in nut. It is noteworthy that tucumã pulp oil showed triacylglycerol profile with highest number of carbon equivalent and it was the most unsaturated (97.9%) when compared to nut oil, as well as the fatty acid profile.

**Table 4** - Triacylglycerol composition of lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Triacylglycerol	Number of Carbon Equivalent (NCE)	Relative composition (%)	
		Pulp	Nut
LaLaLa	36:0	-	11.0
MLaLa	38:0	-	16.5
PLaLa	40:0	-	3.7
MLaM	40:0	-	8.2
PLaM + SLaLa + MMM	42:0	-	6.7
LaOLa	42:1	-	13.9
LaLLa	42:2	-	2.1
SLaM	44:0	-	1.6
MOLa	44:1	-	13.9
MLLa	44:2	-	2.1
MOM + POLa	46:1	-	6.6
PPP	48:0	2.0	-
SOLa + POM	48:1	-	2.9
LaOO	48:2	-	5.9
LaLO	48:3	-	1.8

POP	50:1	15.0	-
MOO	50:2	-	2.9
SOP	52:1	3.0	-
POO	52:2	37.1	-
PLO	52:3	2.5	-
POGa + SOO	54:2	5.1	-
OOO	54:3	30.6	-
OLO	54:4	3.1	-
GaOO	56:3	1.7	-

Ga: Gadolenic; L: Linoleic; La: Lauric; M: Myristic; P: Palmitic; S: Stearic; O: Oleic. X: number of carbons. Y: number of double bonds.

The quantification of bioactive compounds present in the lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut are showed in Table 5. In vegetable oils, tocopherols protect the unsaturated fatty acids from lipid oxidation, and in the human body they present vitamin E biological activity. The low quantity of tocopherols found in the oils analyzed must be related to the small need for protection of unsaturated fatty acids by these compounds, which are less susceptible to oxidation.

**Table 5** - Bioactive compounds present in the lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Determinations	Pulp	Nut
Tocopherol (mg per kg)		
Alpha	12.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	17.7 ± 0.3 <sup>a</sup>
Gamma	nd	1.2 ± 0.1 <sup>a</sup>
Total	12.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	18.9 ± 0.3 <sup>a</sup>
Vitamin E (mg per kg)		
	12.9 ± 0.2 <sup>b</sup>	17.8 ± 0.3 <sup>a</sup>
Phytosterols (mg per 100 g)		
Campesterol	1.8 ± 0.1 <sup>a</sup>	1.7 ± 0.2 <sup>a</sup>
Stigmasterol	1.4 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>b</sup>
β-sitosterol	66.9 ± 0.1 <sup>b</sup>	105.3 ± 0.1 <sup>a</sup>
Stigmastanol	3.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	3.2 ± 0.0 <sup>b</sup>
Δ-5-avenasterol	12.2 ± 0.1 <sup>a</sup>	4.8 ± 0.2 <sup>b</sup>
Δ-7-avenasterol	12.8 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.1 <sup>b</sup>
Total	99.0 ± 0.3 <sup>b</sup>	118.4 ± 0.1 <sup>a</sup>
Carotenoids (µg per g)		
	183.7 ± 0.2 <sup>a</sup>	7.1 ± 0.3 <sup>b</sup>
Vitamin A (µg RAE per g)		
	15.3 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.1 <sup>b</sup>
Total phenolics (mg GAE per kg)		
	242.7 ± 0.6 <sup>a</sup>	236.4 ± 0.7 <sup>b</sup>

Average values ± standard deviations of triplicate analysis that are followed by the same letters in the line are not different as per Tukey test 5% probability. nd: not detected (alpha ≤ 3.1 mg per kg; beta ≤ 1.1 mg per kg; gamma ≤ 8.7 mg per kg; delta ≤ 2.3 mg per kg; stigmastanol and stigmasterol < 4.3 mg per 100 g; campesterol < 5.6 mg per 100 g).

Other vegetable oils of high saturation degree also showed lower content of tocopherols, such as coconut oil, whose content is between 0 and 44 mg per kg, babassu oil, between 67 and 128 mg per kg, and cocoa butter, between 25 and 220 mg per kg (35).

Phytosterols are constituents which are present in lowest amounts in the unsaponifiable fraction of vegetable matter. When evaluating the composition of sterols in the lipid fractions, there was higher levels of total phytosterols (118.4 mg per 100 g) in the nut. The sterol that appeared in high amount in the lipid fractions of pulp and nut was  $\beta$ -sitosterol, with levels of 66.9 and 105.3 mg per 100 g, respectively.

According to Food and Drug Administration (36) diets that are low in saturated fat and cholesterol, and that include 2 g per day of phytosterols, may reduce the risk of heart diseases. Thus, clinical study showed that the ingestion of 1.6 to 2 g per day of phytosterols was capable of reducing cholesterol absorption by the intestine by 30% and the blood levels of low density lipoprotein cholesterol (LDLc) by 8-10%. This study compared that the intake of up to 3 g per day of phytosterols is safe and effective to provide significant reduction of cholesterolemia (37).

The quantity of total carotenoids was significantly higher in pulp oil than in nut oil. An important function of carotenoids in food is color, being responsible for the yellow or red color in most vegetable oils. Therefore, the fact that more intense color was observed in the pulp oils, with shades between yellow and orange, was expected. The nut oil presented clear yellow color. In oil extracted from tucumã (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp, Bony et al. (34) quantified value of 1637.10  $\mu$ g per g of total carotenoids, while Ferreira et al. (38) found level of 218.4  $\mu$ g per g.

Considering the conversion ratio of 12  $\mu$ g of  $\beta$ -carotene in 1 g of retinol, 50 g of oil extracted from tucumã pulps provides 765  $\mu$ g of retinol, which is source of vitamin A. Pulp tucumã oil showed higher quantity of phenolic compounds than what found in nut oil, which showed contents of 242.7 and 236.4 mg GAE per kg, respectively.

### Antioxidant capacity

Determining the antioxidant activity of oils may depend on the technology and on the generating or oxidant free radical that were employed in that measurement. That is why it is important to combine at least two - or all assays, if possible - to obtain information that is more complete regarding antioxidant capacity (39). The results from the four antioxidant capacity methodologies are found in Table 6.

**Table 6** - Antioxidant capacity and oxidative stability index of the lipid fractions of *Astrocaryum aculeatum* pulp and nut.

Determinations	Pulp	Nut
$\beta$ -carotene/linoleic acid (% inhibition)	80.4 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>	78.9 $\pm$ 0.5 <sup>a</sup>
DPPH <sup>•</sup> (%)	19.3 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>	34.2 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>
CE <sub>50</sub> (g lipid fraction per g DPPH <sup>•</sup> )	53	56.5
FRAP ( $\mu$ M Trolox per 100 g)	196.4 $\pm$ 0.1 <sup>a</sup>	25.4 $\pm$ 0.1 <sup>b</sup>
ABTS <sup>•+</sup> ( $\mu$ M Trolox per 100 g)	31.6 $\pm$ 0.3 <sup>b</sup>	70.8 $\pm$ 0.4 <sup>a</sup>

Average values  $\pm$  standard deviations of triplicate analysis that are followed by the same letters in the lines are not different as per Tukey test 5% probability.

It is observed that the lipid fractions showed different behavior among the  $\beta$ -carotene/linoleic acid, DPPH<sup>•</sup>, FRAP, and ABTS<sup>•+</sup> systems. The presence of antioxidants in the system protects the linoleic acid, prolonging the period of free radical formation (40). Both lipid fractions presented significant percentage of inhibition with a less steep drop of these fractions from the beginning to the end of the reaction, showing to be more efficient in protecting against  $\beta$ -carotene degradation.

The antioxidant capacity of pulp oil (19.3%), using the DPPH• method, was significantly lower than the nut oil (34.2%). The latter presented DPPH• scavenging capacity similar to *Bactris gasipaes* nut oil, which showed 38.8% (41).

The quantities of antioxidant necessary to decrease the initial concentration of DPPH• by 50% were 53 and 56.5 g oil per g DPPH• for pulp and nut oils, respectively. These results were lower than those obtained by Arranz et al. (42) in analysis of almond (712.2 g oil per g DPPH•), hazelnut (478.5 g oil per g DPPH•), and pistachio nut (377.9 g oil per g DPPH•) oils.

FRAP system is commonly used to study the antioxidant capacity in fruits and plants. The antioxidant capacity of the lipid fraction of the pulp (196.4  $\mu\text{M}$  Trolox per 100 g) was significantly higher than in the nut (25.4  $\mu\text{M}$  Trolox per 100 g). Other authors have found similar results for olive and sunflower oils, 152 and 65.3  $\mu\text{M}$  Trolox per 100 g, respectively, and values of 40.0, 10.8, 15.3, and 100  $\mu\text{M}$  Trolox per 100 g were obtained for canola, olive, sunflower, and corn oils, respectively (43).

For the system of antioxidant capacity through the ABTS•<sup>+</sup>, pulp oil presented quite a lower value than nut oil. Contreras-Calderón et al. (44) studied the antioxidant capacity of peels, pulps, and seeds of twenty-four exotic fruits from Colombia and found variations from 4.93 to 1690  $\mu\text{M}$  Trolox per g for FRAP system and from 13.9 to 1700  $\mu\text{M}$  Trolox per g for ABTS•<sup>+</sup> system.

## CONCLUSIONS

Tucumã pulp and nut presented high lipid level (> 27%), and there was a significant presence of minerals, especially sodium, magnesium, potassium, and calcium. The main component of tucumã pulp and nut was total dietary fiber, besides high calorific value.

The physicochemical properties highlighted the good quality of the oils. The oxidative stability index was influenced by the fatty acid composition. The nut oil was more stable (63.6 h), due to the greater amount of saturated fatty acids (77.9%). As to the antioxidant capacity of the oils, they were showed to have the ability to inhibit free radicals. These facts suggest that these oils can provide benefits when ingested, fighting free radicals in vivo.

The most abundant bioactive substances were  $\beta$ -sitosterol in both oils and oleic acid (66.3%), carotenoids (183.7 mg per g), and phenolic compounds (242.7 mg GAE per kg) in the pulp. The results obtained in this study show the possible use of tucumã pulp and nut, as well as their lipid fraction, in the cosmetic, food, and pharmaceutical industries.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the National Council of Scientific and Technological Development-CNPq, for the research grants (Edital Universal - CNPq), to research productivity scholarship and for sponsoring the productivity, and the Coordination of Improvement of Higher Education Personnel-CAPES, for sponsoring the research.

## REFERÊNCIAS

1. Patil BS, Jayaprakasha GK, Chidambara Murthy KN, Vikram A. Bioactive compounds: historical perspectives, opportunities, and challenges. *J Agric Food Chem.* 2009; 57(18):8142-8160.










2. Cicerale S, Conlan XA, Sinclair AJ, Keast RS. Chemistry and health of olive oil phenolics. *Critical Rev Food Sci Nut.* 2009; 49(3):218-236.
3. Holser RA, Bost G, Van Boven M. Phytosterol composition of hybrid Hibiscus seed oils. *J Agric Food Chem.* 2004; 52(9):2546-2548.
4. García CG, Polo AS, Iha NYM. Photoelectrochemical solar cell using extract of *Eugenia jambolana* Lam as a natural sensitizer. *An Acad Braz Ciên.* 2003; 75(2):163-165.
5. Nogueira RC, Cerqueira HF, Soares MBP. Patenting bioactive molecules from biodiversity: the Brazilian experience. *Expert Opin Ther Pat.* 2010; 20(2):1-13.
6. Oliveira MSP, Couturier G, Beserra P. Biologia da polinização da palmeira tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) em Belém, Pará, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2003; 17(3):343-353.
7. Baldissera MD, Souza CF, Grando TH, Sagrillo MR, Silva AS, Stefani LM. et al. The use of tucumã oil (*Astrocaryum vulgare*) in alloxan-induced diabetic mice: effects on behavior, oxidant/antioxidant status, and enzymes involved in brain neurotransmission. *Mol Cell Biochem.* 2017; 436(1):159-166.
8. AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society. AOCS Press; 2009.
9. AOAC. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists; 2005.
10. Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, DeVries JW, Furda I, Lee SC. Determination of soluble dietary fibers in foods and food products: collaborative study. *J AOAC Int.* 1994; 77(3):690-694.
11. FAO. Food energy: methods of analysis and conversion factors. Food and Nutrition division FAO; 2003.
12. Antoniassi Filho N, Mendes OL, Lanças FM. Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. *Chromat.* 1995; 40(9-10):557-562.
13. McLaughlin PJ, Weihrauch JL. Vitamin E content of foods. *J Am Diet Assoc.* 1979; 75(1):647-665.
14. Duchateau GSMJE, Bauer-Plank CG, Louter AJH, Van der Ham M, Boerma JA, Rooijen JJM. et al. Fast and accurate method for total 4-desmethyl sterol(s) content in spreads, fat-blends a raw material. *J Am Oil Chem Soc.* 2002; 79(3):273-278.
15. Rodriguez-Amaya DB. A guide to carotenoids analysis in food. ILSI Press; 2001.
16. IOM. Dietary Reference Intakes: for vitamin a, vitamin k, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium and zinc. National Academy Press; 2001.
17. Parry JW, Su L, Luther M, Zhou K, Yurawecz MP, Whittaker P. et al. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J Agric Food Chem.* 2005; 53(3):566-573.
18. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965; 16(1):144-158.
19. Marco GJ. A rapid method for evaluation of antioxidants. *J Am Oil Chem Soc.* 1968; 45(9):594-598.
20. Miller HE. A simplified method for the evaluation of antioxidants. *J Am Oil Chem Soc.* 1971; 48(2):91.
21. Kalantzakis G, Blekas G, Pegklidou K, Boskou D. Stability and radical-scavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2006; 108(4):329-335.

22. Szydłowska-Czerniak A, Karlovits G, Dianoczki C, Recseg K, Szlyk E. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapessed and olive oils. *J Am Oil Chem Soc.* 2008; 85(2):141-149.
23. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med.* 1999; 26(9):1231-1237.
24. Belmiro TMC, Queiroz AJM, Figueirêdo RMF, Fernandes TKS, Bezerra MCT. Alterações químicas e físico-químicas em grãos de abóboras durante o armazenamento. *Rev Bras Eng Agríc Amb.* 2010; 14(9):1000-1007.
25. Duarte OR. Avaliação quantitativa e análise dos parâmetros Biológicos, químicos e físico-químicos de frutos de *Maximiliana maripa* (aubl) Drude (inajá) como subsídio ao estudo do potencial oleífero de populações promissoras para o estado de Roraima (MSc Thesis). Manaus, Brazil:Universidade Federal da Amazônia; 2008.
26. Azevedo SCM, Vieira LM, Matsuura T, Silva GF, Junior SD, Albuquerque PM. Study of the conservation of the nutritional properties of in natura Tucumã pulp (*Astrocaryum aculeatum*) using vacuum packaging. *Braz J Food Technol.* 2017; 20(1):1-9.
27. Coimbra MC, Jorge N. Proximate composition of guariroba (*Syagrus oleracea*), jervivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) palm fruits. *Food Res Int.* 2011; 4(7):2139-2142.
28. Sizer FS, Whitney E, Piché LA, editors. Nutrition: concepts and controversies. Toronto:Nelson Education; 2012.
29. Codex Alimentarius Commission. Codex Stan 210-1999: codex standard for named vegetable oils. Rome; 2009.
30. Costa BET, Santos OV, Corrêa NCF, França LF. Comparative study on the quality of oil extracted from two tucumã varieties using supercritical carbon dioxide. *Food Sci Technol.* 2016; 36(2):322-328.
31. Silva FAM, Borges MFM, Ferreira MA. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quím Nov.* 1999; 22(1):94-103.
32. Coimbra MC, Jorge N. Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeate*. *J Food Sci.* 2011; 76(8):1156-1161.
33. Costa T, Veronezi, CM, Jorge N. Análises físico-química, bioativa e antioxidante dos óleos de frutos de palmáceas amazônicas. In: Veronezi CM, Silva AC, Freitas IR, Jorge N, Organizadores. Óleos vegetais: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. Jardim do Seridó: Agron Food Academy; 2022. pp. 156-176.
34. Bony E, Boudard F, Brat P, Dussosoy E, Portet K, Poucheret P. et al. Awara (*Astrocaryum vulgare* M.) pulp oil: chemical characterization, and anti-inflammatory properties in a mice model of endotoxic shock and a rat model of pulmonary inflammation. *Fitoterapia*, 2012; 83(1):33-43.
35. Masson L, Camilo C, Torija ME. Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). *Grasas y Aceites*, 2008; 59(1):33-38.
36. FDA. Food and Drug Administration. Food labeling health claim; phytosterols and risk of coronary heart disease; proposed rule. *Federal Register*, 75(235), 76526-76571; 2010.
37. Marangoni F, Poli A. Phytosterols and cardiovascular health. *Pharm Res.* 2010; 61(3):193-199.
38. Ferreira ES, Lucien VG, Amaral AS, Silveira CS. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart). *Alim Nut*, 2008; 19(4):427-433.

39. Castelo-Branco VN, Torres AG. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. *Rev Nut.* 2011; 24(1):173-187.
40. Huang LH, Wang BG. Antioxidant capacity and lipophilic content of seaweeds collected from the Qingdao coastline. *J Agric Food Chem.* 2004; 52(16):4993-4997.
41. Costa T, Veronezi, CM, Jorge N. Propriedades físico-químicas e antioxidantes de óleo de pupunha (*Bactris gasipaes*). In: Veronezi CM, Silva AC, Freitas IR, Jorge N, Organizadores. Óleos vegetais: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. Jardim do Seridó: Agron Food Academy; 2022. pp. 27-44.
42. Arranz S, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F. Antioxidant capacity of walnut (*Juglans regia* L.): contribution of oil and defatted matter. *Eur Food Res Technol.* 2008; 227(2):425-431.
43. Cheung SC, Szeto YT, Benzie IF. Antioxidant protection of edible oils. *Plant Foods Hum Nut.* 2007; 62(1):39-42.
44. Contreras-Calderón J, Calderón-Jaimes L, Guerra-Hernández E, García-Villanova B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Res Int.* 2011; 44(7):2047-2053.

## AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS MÉTODOS DE DESIDRATAÇÃO DE BATATA-DOCE E MAÇÃ PARA PRODUÇÃO DE CHIPS

Maria Fernanda Oliveira Lima da Silva ; Vanessa Soares Bezerra ; Matheus José Gomes Costa ; Wesley Fernandes Araújo ; Leanne Silva de Sousa ; Marinete Martins de Sousa Monteiro ; Gabriela Almeida de Paula 

*\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: gabrieladepaula@ufpi.edu.br*

**Resumo:** A criação de chips de frutas e vegetais sem fritar atrai um público preocupado com a saúde. Assim, o esse trabalho teve o objetivo é comparar métodos de desidratação aplicados para produção de chips de maçã e de batata-doce através de análises físico-química, além de investigar a vida útil dos chips, levando em consideração a redução de atividade água, o teor de umidade e acidez como fator de conservação. Para elaboração dos chips foi utilizado como matéria prima a maçã e a batata-doce, os métodos de secagem comparados foram secagem em estufa a 60 °C e secagem no forno a 100 °C durante uma hora. Os chips foram avaliados utilizando os parâmetros físico-químicos, como teor de umidade, atividade de água (Aw), brix, acidez total titulável, pH e açúcares totais. Os resultados permitiram observar que os chips de batata-doce demonstraram características superiores quando produzidos na estufa, enquanto os chips de maçã alcançaram melhores resultados quando preparados no forno. Nessas condições verificou-se que os chips se caracterizaram como ácido. Em relação à atividade de água, teor de água e açúcares totais, os chips de maçã produzidos no forno e os chips de batata-doce produzidos na estufa são pouco susceptíveis à deterioração microbiana e tem melhor qualidade sensorial. Desse modo, com base nas análises físico-químicas, os chips de batata-doce demonstraram características superiores quando produzidos na estufa, enquanto os chips de maçã alcançaram melhores resultados quando preparados no forno.

**Palavras-chave:** batata-doce; chips de frutas e hortaliças; desidratação; maçã

## INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o termo *chips* se refere ao produto alimentício produzido a partir do corte de batatas em fatias finas, que posteriormente será frita em óleo vegetal e salgada. A variedade de batata a ser utilizada deve apresentar uma série de características que garantam um produto final com boa aceitação no mercado consumidor. As batatas devem ser alongadas, regulares e com “olhos” superficiais rasos, para reduzir perdas no processamento e apresentar maior rendimento do produto final (1)

Apesar de ser um alimento bastante popular, os chips de batata industrializados podem acarretar sérios problemas de saúde caso a ingestão desse produto seja feita de forma. Verifica-se que o ácido palmítico representa 78,82% do total de ácidos graxos saturados. Isto revela que o consumo de batata chips tem grande potencial para alterações nos níveis de colesterol, principalmente na fração LDL-colesterol, contribuindo para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (2).

Outro fator que tem o potencial de causar problemas para a saúde é a acrilamida, substância produzida durante o processo de preparação das batatas chips. A acrilamida não está naturalmente presente nos alimentos, sendo um dos mecanismos de sua formação em alimentos baseado na reação de Maillard, entre aminoácidos, em especial a asparagina e açúcares redutores, quando submetidos a altas temperaturas. Alimentos ricos nestes dois precursores são derivados, principalmente, de produtos de origem vegetal como as batatas e cereais. A formação de acrilamida é observada na cocção, fritura, tostagem ou no processo de assar alimentos ricos em carboidratos com temperaturas superiores a 120°C e tende a aumentar com o tempo de cozimento e com a elevação da temperatura (3).

Por outro lado, os chips de frutas e hortaliças são produtos alimentícios feitos a partir do corte fino e desidratação de frutas e vegetais frescos sem a necessidade de adição de óleo ou gorduras saturadas. Essa técnica de preparo retira a maior parte da água dos alimentos. A secagem de frutas tem uma história que remonta a séculos atrás, quando as pessoas começaram a explorar maneiras de preservar e consumir frutas por mais tempo.

Frutas desidratadas são produtos apreciados por muitos consumidores, principalmente em datas comemorativas. Para estarem à altura das exigências desse mercado consumidor, as frutas secas devem ser preparadas com frutas maduras, sadias, limpas, livres de substâncias estranhas à sua composição natural, exceto as previstas em lei. Não podem apresentar fermentações nem esmagamento, possuindo consistência, cor, cheiro e sabor próprios e umidade máxima de 25% (4). No entanto, o conceito moderno de chips de frutas como um lanche saudável e conveniente ganhou popularidade recentemente.

O mercado de chips de frutas e hortaliças é um segmento em crescimento dentro da indústria de alimentos e lanches saudáveis. Esses petiscos são uma alternativa mais saudável e saborosa aos salgadinhos tradicionais e outros petiscos processados. Algumas das frutas mais comuns usadas para fazer chips de frutas incluem maçãs, bananas, mangas, abacaxis, pêssegos, morangos e muitas outras variedades. Já os chips de hortaliças são preparados a partir de vegetais, como batatas-doces, cenouras, beterrabas, abobrinhas, abóboras, entre outros. Esses chips podem ser encontrados em diferentes sabores naturais ou com adição de temperos leves, como canela ou pimenta.

O crescimento desse mercado pode ser atribuído à crescente conscientização das pessoas sobre a importância de uma alimentação saudável e a procura por lanches mais nutritivos e menos processados, esse fato foi verificado no estudo feito por Santos et al. (5), onde foi evidenciado que o hábito dos consumidores está mudando devido às suas necessidades de possuírem alimentos saudáveis com praticidade e as frutas desidratadas está como uma das melhores aceitação. Esse estudo considerou que 50% dos entrevistados,



praticantes de exercícios, consomem frutas desidratadas diariamente e semanalmente. Os chips de frutas também atendem às necessidades de consumidores que buscam opções veganas, sem glúten e sem lactose.

A secagem ou desidratação é uma das técnicas mais antigas de conservação de alimentos, efetuada pelos humanos desde a pré-história (6). O processo termodinâmico da secagem permite estabilizar a atividade microbiológica e reduzir as reações químicas e enzimáticas, permitindo a disponibilidade do fruto durante todo o ano, além de reduzir sua massa e, conseqüentemente, os custos de transporte e de armazenamento, sem afetar suas características organolépticas nem sua qualidade nutricional (7).

O desenvolvimento de um produto como chips de frutas e hortaliças isento de processos de fritura e gorduras trans, pode contribuir para uma aceitação do público que pratica exercícios físicos, como também das pessoas que se preocupam em consumir alimentos sem adição de conservantes e mais saudáveis, o que pode aumentar o consumo deste tipo de chips como alternativa no lugar de chips de batata, usualmente, frita (8).

O estudo dos diferentes métodos de secagem de frutas e hortaliças é de extrema importância para possibilitar uma melhor visualização e avaliação do método de secagem mais adequado para cada tipo de matéria prima, possibilitando a obtenção de produtos com características organolépticas adequadas, típicas de chips. Assim, o esse trabalho tem o objetivo é comparar métodos de desidratação aplicados para produção de chips de maçã e de batata-doce através de análises físico-química, além de investigar a vida útil dos chips, levando em consideração a redução de atividade água, o teor de umidade e acidez como fator de conservação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para o estudo foi utilizado maçãs e batatas-doces adquiridas no mercado local, onde foram analisadas e selecionadas de acordo com os padrões de qualidade de cada espécie, não sendo escolhidas frutas defeituosas, machucadas, podres e imaturas.

Para o desenvolvimento dos chips de batata-doce e maçã, as seguintes etapas apresentadas no fluxograma da Figura 1 foram seguidas:

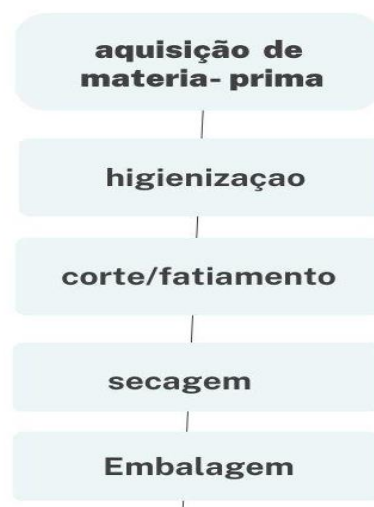


Figura 1 – Fluxograma de produção de frutas e vegetais desidratados

Após a aquisição os vegetais foram levados para o setor de frutos do Núcleo de Estudos, Pesquisas e Processamento de Alimentos (NUEPPA) localizado no centro de ciências agrárias da Universidade Federal do Piauí, em Teresina-PI onde foi realizada a higienização das matérias-primas com imersão em água com 10 ml/L de hipoclorito de sódio 2,0% a 2,5% por 15 minutos. Passado esse tempo, foram lavadas em água corrente e levadas para serem cortadas.

Na etapa de corte as maçãs foram cortadas ao meio com uma faca para retirada das sementes e a batata-doce também foi cortada ao meio para a possibilidade de corta rodelas de maior comprimento visto que as extremidades são mais finas e para uniformizar o tamanho da espessura das rodelas foi utilizado um cortador de vegetais. As duas matérias-primas foram fatiadas com aproximadamente 2 mm de espessura, depois pesadas numa balança analítica. As rodelas foram distribuídas de acordo com os tratamentos em formas assadeiras com papel manteiga para a secagem (Figura 2).



Figura 2 – Maçã (a) e batata-doce (b) cortadas e prontas para serem levadas aos aparelhos para secagem

As fatias de maçã e de batata-doce foram desidratadas metade na estufa e outra metade no forno com controle de temperatura e tempo (Figura 3). As secagens para a produção dos chips foram realizadas em um único dia e depois embaladas em sacos plásticos ziplock com identificação para posteriores testes. A temperatura de secagem na estufa foi de 70 °C durante 1 hora e no forno foi de 100 °C por 1 hora para os dois materiais.



Figura 3 – Chips de maçã e da batata-doce na estufa (a, c) e Chips de maçã e batata-doce no forno (b, d).

As análises foram realizadas no laboratório de físico-química de alimentos do NUEPPA, seguindo a metodologia descrita nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (9).

Para análise de sólidos solúveis totais (°Brix) foi pesada aproximadamente 5g de cada amostra, sendo cada amostra com duas repetições e colocadas em béquer. Logo após foi adicionado 10 ml de água destilada e misturadas. Posteriormente foi colocado quatro gotas de cada solução no refratômetro de bancada do tipo Abbe com escala de °Brix e feita a leitura diretamente na escala.

A atividade de água (Aw) foi determinada conforme as instruções do fabricante do equipamento Aqualab. Cada amostra foi macerada e depois pesada aproximadamente 2 g de cada amostra em triplicata e colocada no equipamento.

O pH foi determinado utilizando o peagâmetro em aproximadamente 5 g de cada amostra diluídas em 50 ml de água destilada.

Para análise de acidez total foram pesadas aproximadamente 1 g de amostras, cada amostra com duas repetições, adicionando 10 ml de água destilada e 2 gotas de fenolftaleína a 2%; em seguida foram titulados com hidróxido de sódio (NaOH) até o aparecimento da coloração rósea no *Erlenmeyer*.

Para análise de açúcares totais foram pesadas aproximadamente 2 g de cada amostra em triplicata no *Erlenmeyer* depois adicionados 40 ml de água e 1,6 ml de ácido clorídrico (HCl), em seguida colocou-se no banho-maria por 60 min a 60 °C. Após essa etapa as amostras foram deixadas para resfriar em temperatura ambiente e logo após foi adicionado 1 gota de fenolftaleína a 2% e foram titulados com hidróxido de sódio (NaOH) até o aparecimento da coloração rósea no *Erlenmeyer*, em seguida as amostras foram transferidas para balões de 100 ml, onde o volume foi completado com água. Para as amostras com batata foi necessário fazer a filtração. Em seguida em *Erlenmeyer* foi preparado a solução reagente, adicionando 5 ml de *Fehling A* e 5 ml de *Fehling B* mais 10 ml de água. O Fator de Correção (FC) do reagente de *Fehling* foi 0,0508. A solução pronta foi para chapa aquecedora até a ebulição, quando iniciada a fervura, começou-se a gotejar a solução do balão de 100 ml e quando iniciada a perda da coloração azul foi adicionada 1 gota de azul de metileno e foi continuada a titulação até descoramento do indicador e no final foi anotado o volume gasto.

Para análise de umidade foram pesados 12 cadinhos úmidos e anotados o peso e identificados, com as amostras maceradas foram pesadas aproximadamente 2 g e colocada nos cadinhos identificados de modo que ficou 3 repetições para cada amostra, os cadinhos foram levados para estufa por 4 horas numa temperatura de 105 °C. Passando o tempo, os cadinhos com as amostras secas foram retirados da estufa e colocados no dessecador com ajuda de uma pinça e no final se pesou os cadinhos com as amostras secas.

A análise estatística dos resultados das análises físico-química dos chips de batata doce e de maçã foi realizada com o auxílio do programa computacional Assistat (versão 7.7), com delineamento experimental inteiramente casualizados, com dois tratamentos: secagem na estufa e secagem no forno. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e a comparação de médias realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físico-químicas nos chips de maçãs estão mostrados na Tabela 1, enquanto os resultados das análises nos frutos desidratados de batata-doce são mostrados na Tabela 2

Pode ser observado que, de acordo com a Tabela 1, os chips de maçã analisados não apresentaram diferenças estatisticamente. Valores aproximados a este foram encontrados por Aragão et al., (10) utilizando um secador solar e está acima do valor encontrado por Santos et al. (11). Os chips de maçã nos dois métodos de secagem apresentaram valores médios de pH entre 4 e 4,5. Sendo assim, são classificados como alimentos ácidos, o que confere estabilidade ao produto desidratado, tornando mais difícil o crescimento e a propagação de microrganismos.

Tabela 1 – Resultados das análises físico-química dos chips de maçã.

Método de secagem	pH	°Brix	Aw	Umidade	ATT	Açúcares totais
Forno	4,13 <sup>a</sup>	7,45 <sup>a</sup>	0,53/25,5°C <sup>a</sup>	15,77 <sup>b</sup>	1,14 <sup>a</sup>	57,95 <sup>b</sup>
Estufa	4,19 <sup>a</sup>	7,4 <sup>a</sup>	0,54/25°C <sup>a</sup>	28,87 <sup>a</sup>	0,86 <sup>a</sup>	68,14 <sup>a</sup>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ATT – Acidez total titulável; Aw –Atividade de água.

Conforme a Tabela 2 os chips de batata-doce obtiveram valores muito diferentes de pH entre os métodos de secagem. O valor do pH para a desidratação em estufa está superior ao valor encontrado para a desidratação no forno. O pH encontrado no estudo para a secagem em estufa está aproximado do valor apresentado no estudo de Rosa e Vicenzi (12) que encontrou valores médios de 6,26 para batata-doce desidratada na estufa a 70 °C. ambos tiveram pH acima de 4,5, portanto são classificados como alimentos pouco ácidos, estes são os alimentos de maior risco, nos quais um grande número de microrganismos pode proliferar, porém essa proliferação de microrganismo depende também de outros fatores como atividade de água e umidade.

Tabela 2 – Resultados das análise físico-química dos chips de batata-doce.

Método de secagem	pH	°Brix	Aw	Umidade	ATT	Açúcares totais
Forno	5,79 <sup>b</sup>	3,55 <sup>a</sup>	0,65/25°C <sup>a</sup>	15,38 <sup>a</sup>	0,38 <sup>a</sup>	31,75 <sup>a</sup>
Estufa	6,08 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>	0,47/25,9°C <sup>b</sup>	9,54 <sup>b</sup>	0,28 <sup>a</sup>	13,66 <sup>b</sup>

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. ATT –Acidez total titulável; Aw –Atividade de água.

Para o parâmetro acidez total também não houve diferença significativa estatisticamente para ambas as matérias primas. A acidez dos chips de maçã expressa em porcentagem do ácido cítrico foi de 1,14 para secagem em forno e 0,86 para secagem na estufa a 60 °C, o valor da amostra seca no forno está aproximado do valor encontrado por Sousa et al. (13), 1,12% de acidez. Frutos com acidez titulável superior a 1% são de interesse para as agroindústrias, pois acima deste valor geralmente não há necessidade de adição de ácido cítrico para conservar a polpa, já que a alta acidez torna o meio não propício para o desenvolvimento de microrganismos (14)

A acidez dos chips de batata-doce expressa também em porcentagem do ácido cítrico foi de 0,38 para amostras desidratadas em forno e 0,28 para amostras secas em estufa, indicando sua baixa acidez. Esses valores foram bem abaixo dos encontrados por Silva et al. (15).

Observou-se que os chips de maçã obtidos em diferentes métodos secagens não apresentaram diferença significativa entre si para o parâmetro atividade de água, variando entre 0,53 e 0,54. Sendo assim, são considerados alimentos com baixa atividade de água, o que significa que há menos água disponível para auxiliar o crescimento de microrganismos, como bactérias e fungos, fazendo com que esses alimentos sejam mais estáveis e tenham maior *Self Life*, ou seja período durante o qual um produto é considerado adequado para consumo. Enquanto no caso dos produtos desidratados de batata-doce houve diferença para esse parâmetro, sendo 0,65 para a secagem no forno e 0,47 para as batatas-doces desidratadas, em estufa a 60 C, segundo Fernandes (16), são classificados como alimentos os com atividade intermediária ( $A_w$  entre 0,60 e 0,90) e Alimentos com baixa atividade ( $A_w$  até 0,60), respectivamente, isso indica que os chips de batata-doce feitos no forno serão mais suscetíveis a deterioração do que os produzidos na estufa.

Para o parâmetro umidade verificou se que houve diferença entre os tratamentos aplicados para as duas matérias primas, na desidratação da maçã no forno apresentou teor de 15,77% de umidade estando em conformidade com a RDC nº 272 (17), onde a umidade máxima permitida para chips de frutas é de 25% ao contrário da produzida na estufa a 60 que estava com teor de 28,87%, tornando esse método não adequado para produção de chips nessa quantidade de tempo que foi utilizada no trabalho.

Para os chips de batata-doce o teor de umidade que ficou de acordo com legislação, onde a umidade máxima permitida para chips de vegetais é de 12% foram os chips produzidos pelo método de secagem na estufa a 60 graus, com 9,54% de umidade. O valor foi aproximado ao encontrado nos trabalhos de Hutra, Saggin e Vicenzi (18), que encontrou 10,25% de umidade, por Richeta (19) que identificou um teor de 9,82% e Rosa e Vicenzi (12) de 9,8%.

A umidade tem um impacto direto na crocância, suculência e conservação dos chips de frutas. A quantidade de água presente nos chips afeta diretamente sua textura crocante e quebradiça. Chips de frutas com baixa umidade tendem a ser mais rígidos e crocantes, enquanto uma umidade mais alta pode resultar em uma textura mais macia e menos crocante. A umidade excessiva pode criar um ambiente propício ao crescimento de micro-organismos, levando à deterioração mais rápida do alimento.

Nas análises de teores de sólidos solúveis ( $^{\circ}$ Brix) constatou-se que estatisticamente não houve diferença significativa entre os tratamentos tanto da maçã quanto da batata-doce. O grau Brix das frutas desempenha um papel crucial no perfil de sabor das frutas desidratadas. Quando as frutas são desidratadas, o teor de água diminui, concentrando os açúcares presentes na fruta. Como resultado, frutas com maior nível de Brix tendem a ter um sabor mais doce e intenso após a desidratação. Foram encontrados valores de 7,4  $^{\circ}$ Brix para os chips de maçã e variando de 3,55  $^{\circ}$ Brix para secagem no forno e 1,45  $^{\circ}$ Brix para secagem na estufa.

Os valores de sólidos solúveis totais da maçã submetida aos processos de secagem estão abaixo dos valores encontrados em outros estudos. Pode ter ocorrido essa disparidade porque o grau Brix é significativamente influenciado pela composição próprias das matérias-primas, em que as diferenças de maturação e variedade de frutas desempenham papéis fundamentais na determinação do nível Brix. Além disso, elementos externos, como condições ambientais afetam a capacidade das plantas de sintetizar açúcares.

No processo de desidratação de alimentos, os açúcares naturais presentes nos produtos tendem a se concentrar devido à remoção da água. Essa concentração resulta em uma percepção sensorial mais acentuada da doçura. Além disso, a concentração de açúcares durante a desidratação também pode desempenhar um papel na conservação, atuando como



um dos fatores que inibe o crescimento microbiano. No presente trabalho o teor de açúcares foi de 57,95% para a maçã desidratada no forno e 68,14% para as desidratadas na estufa. Dessa forma, os chips desidratados na estufa são mais doces quando comparadas com as desidratadas no forno. Esse parâmetro para os chips de batata-doce foi de 31,75% para a secagem em forno e 13,66% para secagem em estufa, indicando que a chips de batata produzida na estufa apresentará um sabor mais rico e pronunciado em comparação com o outro método de secagem.

A quantidade de açúcares também pode influenciar a ocorrência de reações de caramelização e de *Maillard* durante o processo de desidratação. A reação de escurecimento não-enzimático envolve aminoácidos e açúcares redutores na formação de melanoidinas, ocorrendo perda do valor nutritivo das proteínas (reação de Maillard). As reações de escurecimento não-enzimático têm início na temperatura de 70 °C. No entanto, mesmo diminuindo a temperatura para 20 °C, a produção de melanoidinas continua, o que pode ser observado também durante o armazenamento do produto desidratado.

O tipo de açúcar presente no alimento também acelera o processo de escurecimento. Hexoses (monossacarídeos com seis carbonos – glicose e frutose) são mais reativas que os dissacarídeos (sacarose e lactose). Alimentos com atividade de água entre 0,5 e 0,8 estão mais sujeitos ao escurecimento não-enzimático (20), por esse motivo as batatas desidratadas no forno ficaram mais escuras do que as assadas na estufa, conforme pode ser observado na Figura 4.



Figura 4 - Coloração dos chips de batata-doce em Estufa (à esquerda) e no forno (à direita)

## CONCLUSÕES

Com base na análise de dados, fica evidente que para o tempo de preparo escolhido de uma hora os chips de batata-doce demonstraram características superiores quando produzidos na estufa, enquanto os chips de maçã alcançaram melhores resultados quando preparados no forno. Através da análise das propriedades físicas e químicas, foi possível perceber que a estufa proporcionou condições ideais para a produção de chips de batata-doce, resultando em uma textura mais crocante, coloração uniforme, menor teor de umidade. Por outro lado, o forno revelou-se mais adequado para a produção de chips de maçã, preservando suas características sensoriais e resultando em um produto final com sabor concentrado e coloração atraente. Além disso, tiveram redução da atividade de água adequada propiciando mais estabilidade dos produtos e mais tempo de prateleira. Por fim, destaca-se que esse trabalho ressalta a importância de considerar o método de secagem mais adequado para cada matéria-prima.



## AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Piauí (NUEPPA/UFPI) e a sua equipe de profissionais pelo apoio técnico.

## REFERÊNCIAS

1. Gomes CAO, Freire Junior M, Alvarenga ALB, Machado RLP. Batata Frita. Brasília - DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.
2. Oliveira MC. Composição nutricional e perfil de ácidos graxos de batatas chips e snacks extrusados [dissertação]. São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista; 2009.
3. Pinheiro MCO. Avaliação da real exposição a acrilamida por crianças pré-escolares e escolares residentes no município do Rio de Janeiro [tese]. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz; 2017.
4. Cornejo FEP, Nogueira RI, Wilberg VC. Secagem como Métodos de Conservação de Frutas. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2003.
5. Santos S, Cardoso WO, Cazetta M, Gorayeb TCC. Avaliação da atitude dos consumidores de frutas desidratadas. Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil, São José do Rio Preto, SP, 2016:608-612 .
6. Mian S. Os alimentos desidratados e sua história. CriAlimentos [Internet]. 2019. [acesso em 2024 Fev 09]. Disponível em: <https://blog.crialimentos.com.br/os-alimentos-desidratados-e-sua-historia/>
7. Gomes, IA. Desenvolvimento experimental de um secador solar de frutas com aproveitamento multienergético [dissertação]. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2015.
8. Trindade LAC, Lessaux A, Perez KJ. Desenvolvimento e análise sensorial de mandioca chips adicionada de diferentes condimentos utilizando secagem com ar quente combinada com micro-ondas. Simpósio de alimentos, São Luiz Gonzaga, RS., 2021;11.
9. Lutz A. Normas analíticas do Instituto Adolfo Luiz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. Instituto Adolfo Lutz: São Paulo, 1985.
10. Aragão GS, Silva JAO, Sousa AS, Souza DS, Reis MFT, Durigon A. Desenvolvimento de secador solar para frutas e hortaliças. In: IV Encontro nacional da agroindústria, 2018, João Pessoa. Anais eletrônicos. [Internet]. 2018. [acesso em 2024 Fev 09]. Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2018/trabalhos/desenvolvimento-de-secador-solar-para-frutas-e-hortalicas?lang=pt-br>

11. Santos ML, Machado AV, Alves FMS, Costa APLM. Estudo físico-químico de maçã desidratada em secador convectivo. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 2013;8;1:30-37.
12. Rosa DJ, Vicenzi R. Avaliação da qualidade de farinha produzida a partir de diferentes cultivares de batata doce. *Salão do Conhecimento*, 2020;6;6:1-6.
13. Sousa, FC, Silva VC, Silva DIG, Silva LMM, Machado NAF, Moreira IS. Produção e avaliação físico-química de maçã-chips. In: IV Encontro Nacional da Agroindústria, 2018, João Pessoa. [Internet]. 2018. [acesso em 2024 Fev 09]. Disponível em: <https://proceedings.science/enag/enag-2018/trabalhos/producao-e-avaliacao-fisico-quimica-de-maca-chips?lang=pt-br>.
14. Melo CMT, Costa LL, Pereira FC, Castro LM, Nepumoceno S. Análises físico-químicas do fruto “*in natura*” da pupunha. *Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal*, 2017;3;1:13-17,.
15. Silva PIS, Oriente SF, Gouveia DS, Mota MMA, Dantas RL, Rodrigues CG. Efeito da desidratação osmo-convectiva nas características físicas e físico-químicas de “chips” de batata-doce saborizados. *Agropecuária Técnica*, 2018;39;3:264–269.
16. Fernandes, BP O papel da atividade de água na indústria alimentícia. *BTA Add Innovation* [Internet]. 2020. [acesso em 2024 Fev 09]. Disponível em: <https://www.btaaditivos.com.br/br/blog/o-papel-da-atividade-de-agua-na-industria-alimenticia-/106/>.
17. Brasil. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada nº 272, de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis
18. Hutra DJ, Saggin SF, Vicenzi R. Produção e avaliação da qualidade de farinha de batata doce. In: VII Seminário de Inovação e Tecnologia [Internet]. 2017. [acesso em 2024 Fev 09]. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7993/6725>.
19. Richeta PD. Chips de batata-doce e análises físico-químicas [Trabalho de Conclusão de Curso]. Laranjeiras do Sul: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2020.
20. Celestino SMC. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2010.

## QUALIDADE DOS ÓLEOS DE CHIA (*Salvia hispanica* L.), GERGELIM (*Sesamum indicum* L.) E LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.) SOB ESTOCAGEM EM TEMPERATURA AMBIENTE

Geisa Simplício de Oliveira Pazzoti<sup>1</sup>; Carolina Médici Veronezi<sup>2\*</sup>  
Neuza Jorge<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP; E-mail: edugeisa@terra.com.br

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP; E-mail: cveronezi@hotmail.com

<sup>3</sup>Docente/pesquisadora do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP; E-mail: neuza.jorge@unesp.br

\*Autor correspondente (Corresponding author) - Email: cveronezi@hotmail.com

**Resumo:** Os óleos vegetais podem ser utilizados para diversas finalidades, tais como produção de alimentos e de medicamentos; fabricação de sabão, de tintas, de perfumes; produção de biodiesel, etc. Porém, óleos especiais, como os de chia, gergelim e linhaça, devido à composição química, podem degradar com maior facilidade caso não sejam armazenados adequadamente. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a influência do armazenamento em temperatura ambiente na qualidade dos óleos de chia, gergelim e linhaça, bem como suas propriedades físico-químicas e atividade antioxidante. Durante o armazenamento, o óleo de chia apresentou maior acidez (5,26-6,29 mg KOH/g), ultrapassando o limite recomendado pela legislação, enquanto o óleo de gergelim branco se destacou pela maior estabilidade oxidativa (11,54-10,75 h). Os óleos apresentaram taxas de retenção relevantes de carotenoides totais, variando de 71 a 94%, com destaque para os óleos de gergelim. Quanto aos compostos fenólicos totais, os óleos de chia e gergelim branco apresentaram menor perda (30%). O isômero  $\gamma$ -tocoferol foi encontrado em todos os óleos analisados. Porém, os óleos de gergelim apresentaram maiores quantidades, principalmente o gergelim preto, que apresentou 94% de retenção. Levando em consideração o tempo de armazenamento de 12 meses, os óleos de gergelim destacaram-se pela maior retenção de compostos bioativos.

**Palavras-chave:** atividade antioxidante; óleos vegetais; propriedades físico-químicas.

## INTRODUÇÃO

A demanda por óleos vegetais com constituintes bioativos tem aumentado nos últimos anos, principalmente óleos de chia, gergelim e linhaça. Esses óleos são de grande importância para a dieta humana, pois são fontes de energia e ácidos graxos essenciais, carregam vitaminas lipossolúveis, estão envolvidos na formação de hormônios esteroides e contribuem para o aumento da palatabilidade, proporcionando sabor, aroma e textura agradáveis aos alimentos (1). Especificamente, o óleo de chia ajuda a nutrir o sistema digestivo, promovendo uma pele mais saudável, músculos e ossos fortes, além de reduzir os riscos de doenças cardiovasculares, diabetes e sinais de envelhecimento (2). Os óleos de gergelim são utilizados no combate a problemas de saúde, incluindo resfriados, cólicas, câncer, etc. Enquanto que, os óleos de linhaça tem efeito antioxidante e anti inflamatório. No entanto, todos são predominantemente óleos insaturados (3-4).

Os óleos vegetais insaturados são altamente suscetíveis à oxidação lipídica durante o processamento e armazenamento na presença de calor, luz e oxigênio (5). A oxidação lipídica pode causar alterações nas propriedades químicas, sensoriais e nutricionais devido à diminuição do teor de ácidos graxos essenciais, vitaminas lipossolúveis, carotenoides e fitosteróis, bem como ao aumento do teor de ácidos graxos livres, que geralmente estão associados à diminuição da tensão superficial do óleo, aumento do peso molecular dos ácidos graxos, aumento da viscosidade, diminuição do ponto de fumaça e formação de espuma. Além disso, pode tornar os alimentos impróprios para consumo devido à alteração da integridade e segurança alimentar e à formação de compostos poliméricos potencialmente tóxicos (6).

A preocupação constante em fornecer aos consumidores produtos de elevada qualidade tem levado à adoção de medidas que minimizem o fenômeno de oxidação, como evitar o contato com oxigênio e elevadas temperaturas, eliminar substâncias pró-oxidantes, adicionar compostos antioxidantes e utilizar embalagens opacas à radiação ultravioleta. Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar as propriedades físico-químicas e antioxidantes dos óleos de chia, gergelim e linhaça estocados a temperatura ambiente ( $25,5 \pm 5^\circ\text{C}$ ) por 12 meses.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção dos óleos

Lotes de 10 kg de sementes de chia, gergelim branco e preto e linhaça dourada e marrom foram adquiridos em São Paulo-SP, Brasil. As sementes foram submetidas a um secador a gás GLP (Modelo SMR 610-G, Scott Tech, Vinhedo, São Paulo, Brasil) por 25 min a  $50^\circ\text{C}$  para redução do teor de umidade. Posteriormente, foram destinadas ao extrator de óleo vegetal (Modelo ERT 60 III, Scott Tech, Vinhedo, São Paulo, Brasil), com sistema de extração radial tubular. Após a extração, os óleos passaram por um filtro prensa (Modelo FP 240-N2-5, Scott Tech, Vinhedo, São Paulo, Brasil), para separar as micropartículas deixadas durante a extração.

### **Estocagem em temperatura ambiente**

Os óleos (100 mL) foram colocados em frascos de vidro âmbar, inertizados com gás nitrogênio e analisados em 0, 6 e 12 meses de armazenamento em temperatura ambiente ( $25,5 \pm 5^\circ\text{C}$ ).

### **Propriedades físico-químicas e atividade antioxidante**

Os níveis de acidez, peróxido e *p*-anisidina foram determinados usando os métodos AOCS (7). O valor de oxidação total (Totox) foi calculado através da equação:  $\text{Totox} = 2 \times \text{valor de peróxido} + \text{valor de } p\text{-anisidina}$  (8). A estabilidade oxidativa foi determinada no equipamento Rancimat (Modelo 743, Metrohm Ltd., Herisau, Suíça) a  $110^\circ\text{C}$  com fluxo de ar de 20 L/h, e expresso em horas (7).

A composição de ácidos graxos foi realizada de acordo com a metodologia AOCS (7). Foi utilizado um cromatógrafo gasoso (Modelo 3900, Varian, Walnut Creek, EUA) com detector de ionização de chama, sistema de injeção dividida e coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88, Microsorb Varian, Walnut Creek, EUA), com hidrogênio como gás de arraste. A temperatura inicial do forno foi de  $90^\circ\text{C}$  por 4 min, aquecida a  $10^\circ\text{C}/\text{min}$  até  $195^\circ\text{C}$  e mantida isotérmica por 16 min. As temperaturas utilizadas no injetor e no detector foram 230 e  $250^\circ\text{C}$ , respectivamente. Os ácidos graxos foram identificados de acordo com os tempos de retenção, comparados ao padrão de pureza entre 99,1 e 99,9% (CRM47885, Supelco, Bellefonte, EUA). A composição dos triacilgliceróis foi obtida por distribuição aleatória por meio de programa computacional baseado no perfil de ácidos graxos (9).

Os carotenoides totais foram quantificados por espectrofotômetro de varredura (Modelo UV-VIS mini 1240, Shimadzu, Chiyoda-Ku, Tóquio, Japão), conforme metodologia descrita por Rodriguez-Amaya (10). No processo de quantificação foi utilizado um valor de absorvância de 2592 em éter de petróleo. A extração dos compostos fenólicos totais foi determinada pelo procedimento validado por Parry et al. (11). A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada com reagente Folin-Ciocalteu de acordo com metodologia descrita por Singleton e Rossi (12) utilizando espectrofotômetro (UV-VIS mini modelo 1240, Shimadzu, Chiyoda-ku, Tóquio, Japão) com  $\lambda = 765 \text{ nm}$ . O ácido gálico foi utilizado para traçar a curva padrão ( $R^2 = 0,9999$ ).

A análise dos tocoferóis foi realizada segundo método AOCS (7) em cromatógrafo líquido de alta eficiência (Modelo 210-263 Varian Inc., Walnut Creek, EUA), com detector de fluorescência, coluna de aço inoxidável preenchida com sílica (100 Si, Microsorb, Varian, Walnut Creek, EUA), com comprimentos de onda de excitação e emissão de 290 e 330 nm, respectivamente. As concentrações dos isômeros ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ -tocoferol) foram calculadas com base na leitura das áreas dos picos de excitação separadamente e expressas em mg kg<sup>-1</sup> de óleo. A vitamina E foi calculada de acordo com o método descrito por Mclaughlin e Weihrauch (13). Os fatores de conversão utilizados foram  $\alpha$ -tocoferol x 1,0;  $\beta$ -tocoferol x 0,40;  $\gamma$ -tocoferol x 0,10; e  $\delta$ -tocoferol x 0,01.

A capacidade antioxidante foi estimada por três diferentes metodologias. Primeiramente, foi realizada a análise pela redução do radical livre 2,2-difenil-1-

picrilhidrazil (DPPH\*) em 517 nm (14) e os resultados foram expressos em porcentagem. A análise ABTS<sup>+</sup> foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Re et al. (15), baseada na capacidade dos antioxidantes moleculares lipofílicos e hidrofílicos em reduzir o radical ABTS<sup>+</sup>, e o resultado foi expresso como  $\mu\text{M Trolox}/100 \text{ g}$ . O método FRAP é baseado na redução do complexo Fe<sup>+3</sup>-TPTZ (ferro tripiridiltriazina férrico) ao complexo Fe<sup>+2</sup>-TPTZ (ferro tripiridiltriazina ferroso) em pH 3,6. A metodologia utilizada foi descrita por Szydłowska-Czerniak et al. (16) e o resultado foi expresso em  $\mu\text{M Trolox}/100 \text{ g}$ .

### Análise estatística

O experimento foi realizado em esquema fatorial. Os resultados médios foram avaliados quanto à significância usando análise de variância unidirecional (ANOVA) e teste de Tukey (17) usando o programa ESTAT, versão 2.0. O nível de significância escolhido foi 0,05. O termo significativo é usado para indicar diferenças para as quais  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Propriedades físico-químicas

Aos 12 meses, os óleos de linhaça dourada e marrom apresentaram o menor índice de acidez, 1,61 e 1,34 mg KOH/g, respectivamente, apresentando baixa degradação hidrolítica (Tabela 1). Em contrapartida, durante o armazenamento, a chia apresentou valores mais elevados (5,26-6,29 mg KOH/g), acima do limite recomendado pela legislação para óleos prensados a frio e não refinados (4 mg KOH/g de acidez), refletindo a qualidade inferior da chia, utilizada neste estudo, como matéria-prima para extração de óleo (18).

**Tabela 1.** Nível de acidez, peróxidos, valores de  $\rho$ -anisidina, totox e estabilidade oxidativa dos óleos estocados.

Análises/ Tempo (meses)	Chia	Gergelim branco	Gergelim preto	Linhaça dourada	Linhaça marrom
<b>Acidez (mg KOH/g)</b>					
0	5,26 ± 0,05 <sup>aC</sup>	2,75 ± 0,25 <sup>bC</sup>	2,58 ± 0,06 <sup>cC</sup>	1,29 ± 0,06 <sup>dB</sup>	0,92 ± 0,06 <sup>eC</sup>
6	5,96 ± 0,01 <sup>aB</sup>	3,07 ± 0,03 <sup>bB</sup>	2,99 ± 0,05 <sup>bB</sup>	1,38 ± 0,32 <sup>cB</sup>	1,12 ± 0,31 <sup>dB</sup>
12	6,29 ± 0,05 <sup>aA</sup>	3,55 ± 0,05 <sup>bA</sup>	3,55 ± 0,02 <sup>cA</sup>	1,61 ± 0,06 <sup>dA</sup>	1,34 ± 0,03 <sup>eA</sup>
<b>Peróxidos (meq/kg)</b>					
0	2,76 ± 0,11 <sup>aA</sup>	0,19 ± 0,01 <sup>bC</sup>	0,19 ± 0,01 <sup>bB</sup>	0,37 ± 0,01 <sup>bC</sup>	0,19 ± 0,01 <sup>bC</sup>
6	1,57 ± 0,09 <sup>cB</sup>	2,98 ± 0,04 <sup>bB</sup>	3,68 ± 0,07 <sup>aA</sup>	2,80 ± 0,18 <sup>bA</sup>	0,49 ± 0,04 <sup>dB</sup>
12	0,67 ± 0,02 <sup>cC</sup>	3,26 ± 0,16 <sup>bA</sup>	3,81 ± 0,16 <sup>aA</sup>	1,33 ± 0,60 <sup>cB</sup>	0,89 ± 0,06 <sup>dA</sup>
<b><math>\rho</math>-anisidina</b>					
0	3,15 ± 0,01 <sup>aC</sup>	1,01 ± 0,08 <sup>bB</sup>	0,36 ± 0,01 <sup>cB</sup>	0,65 ± 0,01 <sup>bcC</sup>	0,34 ± 0,02 <sup>cC</sup>
6	6,32 ± 0,42 <sup>aB</sup>	0,97 ± 0,04 <sup>dB</sup>	1,27 ± 0,05 <sup>dA</sup>	4,03 ± 0,27 <sup>bB</sup>	3,09 ± 0,19 <sup>cB</sup>
12	7,03 ± 0,21 <sup>aA</sup>	1,65 ± 0,12 <sup>cA</sup>	1,28 ± 0,08 <sup>dA</sup>	4,90 ± 0,13 <sup>bA</sup>	3,43 ± 0,15 <sup>bA</sup>



<b>Totox</b>					
0	8,79 ± 0,01 <sup>aB</sup>	1,39 ± 0,11 <sup>bC</sup>	0,74 ± 0,01 <sup>cB</sup>	1,40 ± 0,01 <sup>bC</sup>	0,73 ± 0,01 <sup>cC</sup>
6	9,37 ± 0,55 <sup>aA</sup>	6,90 ± 0,03 <sup>cB</sup>	8,70 ± 0,01 <sup>bA</sup>	9,81 ± 0,01 <sup>aA</sup>	4,03 ± 0,25 <sup>dB</sup>
12	8,38 ± 0,20 <sup>abB</sup>	8,01 ± 0,34 <sup>bcA</sup>	8,71 ± 0,13 <sup>aA</sup>	7,54 ± 0,22 <sup>cB</sup>	5,25 ± 0,24 <sup>dA</sup>
<b>Estabilidade oxidativa (h)</b>					
0	0,91 ± 0,01 <sup>cA</sup>	11,54 ± 0,51 <sup>aA</sup>	8,43 ± 0,80 <sup>bA</sup>	0,70 ± 0,01 <sup>cA</sup>	0,95 ± 0,05 <sup>cA</sup>
6	0,61 ± 0,03 <sup>cA</sup>	10,12 ± 0,40 <sup>aAB</sup>	6,17 ± 0,79 <sup>bB</sup>	0,59 ± 0,03 <sup>cA</sup>	0,78 ± 0,01 <sup>cA</sup>
12	0,62 ± 0,01 <sup>cA</sup>	10,75 ± 0,49 <sup>aB</sup>	4,45 ± 0,36 <sup>bC</sup>	0,60 ± 0,05 <sup>cA</sup>	0,79 ± 0,06 <sup>cA</sup>

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Os óleos estudados apresentaram maior aumento nos valores de peróxido,  $\rho$ -anisidina e Totox, principalmente entre 0 e 6 meses de armazenamento, seguido de taxa de formação mais lenta até 12 meses, devido ao equilíbrio entre a formação de peróxido e aldeído, além de sua conversão a outros produtos de oxidação secundária, sendo fortemente influenciado pela composição dos óleos. Mesmo com o aumento, ao final do armazenamento, os óleos apresentaram valores de peróxido,  $\rho$ -anisidina e Totox abaixo do limite recomendado pelo Codex Alimentarius (18), que é 15 meq/kg de peróxidos para óleo bruto. Além disso, os valores de  $\rho$ -anisidina e/ou Totox foram inferiores a 10, que mostra baixa degradação oxidativa (19).

A estabilidade oxidativa fornece apenas uma indicação relativa da resistência potencial à oxidação e é frequentemente usada como base comparativa (20). Durante o armazenamento, os óleos de gergelim mostraram serem mais estáveis, com destaque para o branco, diferenciando do estudo realizado por Clara, Veronezi e Jorge (21) que encontraram apenas 3,89 h de estabilidade oxidativa no óleo de gergelim. O óleo de gergelim preto obteve maior redução (47%) na estabilidade oxidativa, quando comparado ao demais.

Na composição de ácidos graxos, foram encontradas maiores quantidades de ácidos graxos saturados e monoinsaturados, como os ácidos palmítico, esteárico e oleico, nos óleos de gergelim branco e preto aos 12 meses de armazenamento, mostrando-se mais estáveis (Tabela 2). Em contrapartida, os óleos de chia e linhaça marrom apresentaram perda de 11% de ácido oleico.

**Tabela 2.** Composição de ácidos graxos dos óleos estocados.

Ácidos graxos (%)/ Tempo (meses)	Chia	Gergelim branco	Gergelim preto	Linhaça dourada	Linhaça marrom
<b>Palmitico</b>					
0	15,64 ± 0,04 <sup>cB</sup>	17,89 ± 0,05 <sup>aB</sup>	16,68 ± 0,01 <sup>bA</sup>	10,26 ± 0,01 <sup>eB</sup>	11,64 ± 0,01 <sup>dA</sup>
12	15,73 ± 0,01 <sup>cA</sup>	18,04 ± 0,01 <sup>aA</sup>	16,59 ± 0,03 <sup>bB</sup>	10,12 ± 0,04 <sup>eA</sup>	10,40 ± 0,01 <sup>dB</sup>
<b>Esteárico</b>					

0	2,84 ± 0,04 <sup>eB</sup>	6,20 ± 0,02 <sup>bA</sup>	6,35 ± 0,02 <sup>aB</sup>	3,76 ± 0,02 <sup>dB</sup>	5,09 ± 0,02 <sup>cA</sup>
12	3,35 ± 0,01 <sup>eA</sup>	6,20 ± 0,01 <sup>bA</sup>	6,45 ± 0,01 <sup>aA</sup>	4,03 ± 0,03 <sup>dA</sup>	4,72 ± 0,01 <sup>cB</sup>
<b>Oleico</b>					
0	7,46 ± 0,03 <sup>dA</sup>	48,52 ± 0,01 <sup>aA</sup>	48,48 ± 0,02 <sup>aB</sup>	25,39 ± 0,02 <sup>cB</sup>	27,36 ± 0,02 <sup>bA</sup>
12	6,59 ± 0,05 <sup>dB</sup>	48,54 ± 0,01 <sup>aA</sup>	48,63 ± 0,01 <sup>aA</sup>	25,78 ± 0,01 <sup>bA</sup>	24,26 ± 0,13 <sup>cB</sup>
<b>Linoleico</b>					
0	16,04 ± 0,03 <sup>cA</sup>	27,06 ± 0,01 <sup>bB</sup>	28,27 ± 0,04 <sup>aA</sup>	11,91 ± 0,04 <sup>eA</sup>	13,34 ± 0,04 <sup>dA</sup>
12	16,06 ± 0,01 <sup>cA</sup>	27,21 ± 0,01 <sup>bA</sup>	28,32 ± 0,05 <sup>aA</sup>	11,86 ± 0,01 <sup>eA</sup>	12,76 ± 0,04 <sup>dB</sup>
<b>α-Linolenico</b>					
0	58,01 ± 0,01 <sup>aB</sup>	0,31 ± 0,02	0,21 ± 0,03	48,67 ± 0,03 <sup>bA</sup>	42,61 ± 0,03 <sup>cB</sup>
12	58,26 ± 0,03 <sup>aA</sup>	-	-	48,20 ± 0,02 <sup>bb</sup>	47,85 ± 0,09 <sup>cA</sup>
<b>Σsaturado</b>					
0	18,49 ± 0,01 <sup>cB</sup>	24,10 ± 0,03 <sup>aB</sup>	23,03 ± 0,01 <sup>bA</sup>	14,02 ± 0,02 <sup>eB</sup>	16,73 ± 0,02 <sup>dA</sup>
12	19,08 ± 0,01 <sup>cA</sup>	24,24 ± 0,01 <sup>aA</sup>	23,04 ± 0,03 <sup>bA</sup>	14,15 ± 0,01 <sup>eA</sup>	15,12 ± 0,01 <sup>dB</sup>
<b>Σmonosaturado</b>					
0	7,46 ± 0,03 <sup>dA</sup>	48,52 ± 0,01 <sup>aB</sup>	48,48 ± 0,02 <sup>aB</sup>	25,39 ± 0,03 <sup>cA</sup>	27,36 ± 0,02 <sup>bA</sup>
12	6,59 ± 0,05 <sup>dB</sup>	48,54 ± 0,01 <sup>aA</sup>	48,63 ± 0,01 <sup>aA</sup>	24,26 ± 0,13 <sup>cB</sup>	25,78 ± 0,01 <sup>bb</sup>
<b>Σpoli insaturado</b>					
0	74,05 ± 0,03 <sup>aB</sup>	27,37 ± 0,02 <sup>eA</sup>	28,48 ± 0,01 <sup>dA</sup>	60,58 ± 0,05 <sup>bA</sup>	55,95 ± 0,07 <sup>cB</sup>
12	74,32 ± 0,04 <sup>aA</sup>	27,21 ± 0,01 <sup>eB</sup>	28,32 ± 0,05 <sup>dB</sup>	60,06 ± 0,01 <sup>cB</sup>	60,62 ± 0,13 <sup>bA</sup>

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

O óleo de chia obteve maiores teores de ácidos graxos poli insaturados (74%), principalmente  $\alpha$ -linolênico (58%), corroborando com o encontrado no estudo de Clara, Veronezi e Jorge (21) em óleo de chia comercial. Este óleo pode ajudar a reduzir os níveis de colesterol e triglicerídeos, regular a pressão arterial, reduzir a inflamação crônica e o desenvolvimento de câncer, doenças cardíacas e derrame (22). Os óleos foram predominantemente compostos por ácidos graxos insaturados, principalmente de linhaça, com média de 84% do total.

Em relação aos ácidos graxos, estavam presentes 17 tipos de triacilgliceróis (Tabela 3). Os óleos de chia e linhaça se destacaram com maiores quantidades de PLiLi, LLiLi e LiLiLi, devido à presença de ácido  $\alpha$ -linolênico, enquanto os óleos de gergelim se destacaram com OLO, devido ao seu alto teor de oleico.

**Tabela 3.** Perfil de triacilgliceróis dos óleos estocados.

Triacilgliceróis (%)	Tempo (meses)	Chia	Gergelim branco	Gergelim preto	Linhaça dourada	Linhaça marrom
----------------------	---------------	------	-----------------	----------------	-----------------	----------------

PLiP (50:3)	0	4,80	-	-	-	-
	12	4,94	-	-	-	-
POO (52:2)	0	-	18,58	16,00	-	-
	12	-	18,95	15,89	-	-
PLO (52:3)	0	-	20,80	18,60	-	-
	12	-	21,10	18,50	-	-
PLiO (52:4)	0	-	-	-	10,70	12,85
	12	-	-	-	10,70	10,63
PLiL (52:5)	0	12,81	-	-	-	12,85
	12	13,06	-	-	-	10,63
PLiLi (52:6)	0	23,30	-	-	10,25	9,90
	12	23,60	-	-	10,00	10,41
OOO (54:3)	0	9,91	16,80	15,49	-	-
	12	10,10	16,65	15,50	-	-
SLO (54:3)	0	-	-	7,13	-	-
	12	-	-	7,24	-	-
OLL (54:4)	0	-	15,72	15,72	-	-
	12	-	15,80	15,80	-	-
OLO (54:4)	0	-	28,14	27,03	-	-
	12	-	27,81	27,10	-	-
OLiO (54:5)	0	-	-	-	13,23	15,20
	12	-	-	-	13,65	12,42
SLiLi (54:6)	0	3,22	-	-	-	-
	12	4,00	-	-	-	-
OLiL (54:6)	0	4,83	-	-	12,50	14,70
	12	4,23	-	-	12,40	13,30
OLiLi (54:7)	0	11,20	-	-	25,30	23,60
	12	9,93	-	-	25,60	24,30
LLiL (54:7)	0	5,10	-	-	-	-
	12	5,13	-	-	-	-
LLiLi (54:8)	0	23,90	-	-	12,00	11,45
	12	24,22	-	-	11,61	13,02
LiLiLi (54:9)	0	28,90	-	-	16,10	12,22

12                      29,18                      -                      -                      16,00                      15,90

P: palmítico, O: oleico, L: linoleico, S: esteárico, Li:  $\alpha$ -linolenico.

Os POO, PLO, OLL e OLO estão presentes exclusivamente nos óleos de gergelim branco e preto, devido ao maior teor de ácidos palmítico, oleico e linoléico. Ao longo do armazenamento, a maioria dos triacilgliceróis não se alterou significativamente.

Devido à sua estrutura altamente insaturada, os carotenóides são propensos à degradação durante o processamento, armazenamento, exposição à luz e aumento de temperatura (23). Durante o período de armazenamento, os carotenoides totais diminuiram (Tabela 4). Os óleos de gergelim branco e preto apresentaram maior retenção de carotenoides ao final do armazenamento, em torno de 93%, o que pode ser devido a uma notável estabilidade oxidativa pela presença de tocoferóis (24). Além disso, o óleo de gergelim preto não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ), sendo mais estável. Por outro lado, o óleo de chia apresentou menor retenção (71%), o que é atribuído ao seu maior grau de insaturação.

**Tabela 4.** Carotenoides e compostos fenólicos totais dos óleos estocados.

Análises/ Tempo (meses)	Chia	Gergelim branco	Gergelim preto	Linhaça dourada	Linhaça marrom
<b>Carotenoides (<math>\mu\text{g/g}</math>)</b>					
0	19,02 $\pm$ 0,72 <sup>cA</sup>	128,44 $\pm$ 1,74 <sup>aA</sup>	4,10 $\pm$ 0,32 <sup>dA</sup>	32,52 $\pm$ 0,28 <sup>bA</sup>	17,85 $\pm$ 0,67 <sup>cA</sup>
6	13,28 $\pm$ 0,96 <sup>cB</sup>	120,53 $\pm$ 2,64 <sup>aB</sup>	3,83 $\pm$ 0,11 <sup>dA</sup>	32,83 $\pm$ 0,22 <sup>bA</sup>	15,09 $\pm$ 1,52 <sup>cB</sup>
12	13,60 $\pm$ 0,86 <sup>cB</sup>	120,41 $\pm$ 2,84 <sup>aB</sup>	3,83 $\pm$ 0,11 <sup>dA</sup>	29,49 $\pm$ 1,10 <sup>bB</sup>	14,92 $\pm$ 0,22 <sup>cB</sup>
<b>Compostos fenólicos totais (mg/kg)</b>					
0	218,40 $\pm$ 1,00 <sup>bA</sup>	135,07 $\pm$ 0,67 <sup>cA</sup>	218,85 $\pm$ 5,43 <sup>bA</sup>	287,29 $\pm$ 5,35 <sup>aA</sup>	214,14 $\pm$ 1,5 <sup>bA</sup>
6	178,40 $\pm$ 1,33 <sup>aB</sup>	112,18 $\pm$ 1,01 <sup>bB</sup>	87,29 $\pm$ 2,78 <sup>cB</sup>	102,84 $\pm$ 4,29 <sup>bcB</sup>	104,53 $\pm$ 4,24 <sup>bB</sup>
12	155,73 $\pm$ 9,40 <sup>aC</sup>	94,84 $\pm$ 2,78 <sup>bcC</sup>	81,51 $\pm$ 0,38 <sup>cdB</sup>	71,06 $\pm$ 1,15 <sup>dC</sup>	107,76 $\pm$ 2,95 <sup>bB</sup>

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

Ao longo do armazenamento, o teor de compostos fenólicos totais diminuiu, exceto nos óleos de gergelim preto e linhaça marrom, que permaneceram constantes após 6 meses. Ao final do armazenamento, o óleo de chia apresentou maior quantidade de compostos fenólicos totais (155,73 mg/kg), seguido pelos óleos de linhaça marrom (107,76 mg/kg) e gergelim branco (94,84 mg/kg). Segundo Kasote (25), a linhaça é rica em diferentes tipos de fenólicos, como lignanas, ácidos fenólicos, flavonóides, fenilpropanóides e taninos.

Os isômeros  $\alpha$  e  $\beta$ -tocoferóis foram detectados nos óleos de gergelim branco e preto e nos óleos de linhaça dourada e marrom, respectivamente (Tabela 5). Por outro lado, o  $\gamma$ -tocoferol foi identificado em todos os óleos estudados, principalmente no gergelim preto, que apresentou a menor perda, cerca de 6%, aos 12 meses de armazenamento. Segundo Gharby et al. (26), o  $\gamma$ -tocoferol é o principal isômero do óleo de gergelim, representando

cerca de 90% do total de tocoferóis e, segundo Ixtaina et al. (27), o mesmo isômero também é o majoritário no óleo de chia, representando cerca de 85% do total. Porém, neste estudo, o  $\gamma$ -tocoferol representou, em média, 72 e 91% do total nos óleos de gergelim branco e preto e chia, respectivamente.

**Tabela 5.** Perfil de tocoferóis dos óleos estocados.

<b>Tocoferóis (mg/kg)/Tempo (meses)</b>	<b>Chia</b>	<b>Gergelim branco</b>	<b>Gergelim preto</b>	<b>Linhaça dourada</b>	<b>Linhaça marrom</b>
<b><math>\alpha</math>-tocol</b>					
0	nd	747,81 $\pm$ 0,07 <sup>aA</sup>	687,20 $\pm$ 0,08 <sup>bA</sup>	nd	nd
6	nd	367,10 $\pm$ 3,76 <sup>bB</sup>	404,55 $\pm$ 0,45 <sup>aB</sup>	nd	nd
12	nd	344,71 $\pm$ 5,95 <sup>aC</sup>	209,23 $\pm$ 2,24 <sup>bC</sup>	nd	nd
<b><math>\beta</math>-tocol</b>					
0	nd	nd	nd	48,64 $\pm$ 0,15 <sup>aA</sup>	40,53 $\pm$ 0,06 <sup>bA</sup>
6	nd	nd	nd	14,84 $\pm$ 0,11 <sup>bC</sup>	32,03 $\pm$ 0,7 <sup>aB</sup>
12	nd	nd	nd	35,22 $\pm$ 0,93 <sup>aB</sup>	29,67 $\pm$ 0,06 <sup>bC</sup>
<b><math>\gamma</math>-tocol</b>					
0	144,17 $\pm$ 0,11 <sup>cA</sup>	1897,78 $\pm$ 0,53 <sup>aA</sup>	1850,90 $\pm$ 2,86 <sup>bA</sup>	129,40 $\pm$ 0,01 <sup>dA</sup>	132,24 $\pm$ 0,18 <sup>dA</sup>
6	90,83 $\pm$ 0,25 <sup>dB</sup>	957,14 $\pm$ 1,49 <sup>bB</sup>	1296,27 $\pm$ 1,32 <sup>aC</sup>	113,23 $\pm$ 0,48 <sup>cB</sup>	31,30 $\pm$ 0,33 <sup>eB</sup>
12	89,73 $\pm$ 0,83 <sup>cB</sup>	917,93 $\pm$ 9,67 <sup>bC</sup>	1732,99 $\pm$ 4,78 <sup>aB</sup>	70,96 $\pm$ 0,06 <sup>dC</sup>	80,70 $\pm$ 0,18 <sup>bcdC</sup>
<b><math>\delta</math>-tocol</b>					
0	13,06 $\pm$ 0,18	nd	nd	nd	nd
6	nd	nd	nd	nd	nd
12	nd	nd	nd	nd	nd
<b>Totais</b>					
0	157,23 $\pm$ 0,30 <sup>dA</sup>	2645,59 $\pm$ 0,60 <sup>aA</sup>	2538,10 $\pm$ 2,77 <sup>bA</sup>	178,04 $\pm$ 0,15 <sup>cA</sup>	172,77 $\pm$ 0,25 <sup>cA</sup>
6	90,83 $\pm$ 0,25 <sup>dB</sup>	1324,24 $\pm$ 5,25 <sup>bB</sup>	1700,82 $\pm$ 0,86 <sup>aB</sup>	46,14 $\pm$ 0,37 <sup>cC</sup>	145,27 $\pm$ 1,03 <sup>eB</sup>
12	89,73 $\pm$ 0,83 <sup>dB</sup>	1262,64 $\pm$ 3,72 <sup>bC</sup>	1942,22 $\pm$ 2,54 <sup>aC</sup>	114,19 $\pm$ 0,86 <sup>cB</sup>	110,38 $\pm$ 0,04 <sup>cC</sup>
<b>Vitamina E</b>					
0	19,78 $\pm$ 0,02 <sup>dA</sup>	1006,60 $\pm$ 0,14 <sup>aA</sup>	939,59 $\pm$ 0,30 <sup>bA</sup>	30,91 $\pm$ 0,04 <sup>cA</sup>	29,09 $\pm$ 0,04 <sup>cA</sup>
6	12,38 $\pm$ 0,03 <sup>dB</sup>	497,62 $\pm$ 3,97 <sup>bB</sup>	581,31 $\pm$ 0,27 <sup>aB</sup>	8,31 $\pm$ 0,04 <sup>dC</sup>	24,18 $\pm$ 0,24 <sup>cAB</sup>
12	12,24 $\pm$ 0,11 <sup>eB</sup>	469,88 $\pm$ 4,63 <sup>aC</sup>	445,55 $\pm$ 1,59 <sup>bC</sup>	20,37 $\pm$ 0,24 <sup>cB</sup>	19,09 $\pm$ 0,04 <sup>dC</sup>

nd: não detectado (limites de detecção:  $\alpha \leq 3,15$  mg/kg;  $\beta \leq 1,10$  mg/kg;  $\gamma \leq 8,65$  mg/kg;  $\delta \leq 2,30$  mg/kg). Médias  $\pm$  desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Aos 12 meses de armazenamento foi observada maior retenção de tocoferóis totais no óleo de gergelim preto (76%), seguido pelo óleo de linhaça (64%). O sinergismo do  $\alpha$ -tocoferol e dos polifenóis no sistema lipídico contribui para a retenção natural dos tocoferóis. Esta combinação pode ser uma alternativa para a indústria (28). Os óleos de gergelim apresentaram maiores quantidades de vitamina E (445,55-1.006,60 mg/kg), devido à presença de  $\alpha$ -tocoferol, que é um isômero com maior atividade de vitamina E.

### Atividade antioxidante

Para o método DPPH\*, os óleos de chia e linhaça dourada não apresentaram diferença significativa ( $p > 0,05$ ) ao longo do armazenamento, conforme Tabela 6. Os demais óleos apresentaram oscilações, provavelmente devido à existência de compostos como os carotenoides, que podem ter atuado como pró-oxidantes no início e, logo após a degradação, com menor concentração desses compostos, a atividade antioxidante aumentou. Os carotenoides podem atuar como pró-oxidantes, principalmente o  $\beta$ -caroteno presente nos óleos vegetais. O potencial pró-oxidante depende de vários fatores, como concentração e interação com outros antioxidantes, especialmente vitaminas C e E (29).

**Tabela 6.** Atividade antioxidante dos óleos estocados.

Análises/ Tempo (meses)	Chia	Gergelim branco	Gergelim preto	Linhaça dourada	Linhaça marrom
<b>DPPH* (%)</b>					
0	55,14 $\pm$ 1,01 <sup>cA</sup>	62,98 $\pm$ 1,95 <sup>abA</sup>	65,22 $\pm$ 0,33 <sup>aB</sup>	64,43 $\pm$ 1,49 <sup>aA</sup>	57,20 $\pm$ 1,19 <sup>bcB</sup>
6	52,60 $\pm$ 2,28 <sup>cA</sup>	43,42 $\pm$ 2,50 <sup>dB</sup>	56,68 $\pm$ 0,06 <sup>bcC</sup>	60,62 $\pm$ 2,45 <sup>abA</sup>	66,74 $\pm$ 3,85 <sup>aA</sup>
12	53,71 $\pm$ 3,45 <sup>cA</sup>	45,34 $\pm$ 0,86 <sup>dB</sup>	71,64 $\pm$ 4,96 <sup>aA</sup>	60,80 $\pm$ 6,47 <sup>ba</sup>	56,23 $\pm$ 2,39 <sup>bcB</sup>
<b>ABTS** (<math>\mu</math>Mtrolox/100 g)</b>					
0	60,00 $\pm$ 0,67 <sup>ba</sup>	57,11 $\pm$ 5,05 <sup>bc</sup>	68,11 $\pm$ 6,08 <sup>aB</sup>	56,22 $\pm$ 1,84 <sup>bb</sup>	41,0 $\pm$ 3,33 <sup>cB</sup>
6	57,00 $\pm$ 0,33 <sup>cA</sup>	79,00 $\pm$ 2,33 <sup>aA</sup>	79,33 $\pm$ 2,33 <sup>aA</sup>	66,66 $\pm$ 1,33 <sup>ba</sup>	60,56 $\pm$ 0,19 <sup>bcA</sup>
12	41,33 $\pm$ 0,88 <sup>cB</sup>	66,78 $\pm$ 0,51 <sup>aB</sup>	61,33 $\pm$ 0,33 <sup>aC</sup>	50,55 $\pm$ 0,84 <sup>bc</sup>	44,66 $\pm$ 3,33 <sup>bcB</sup>
<b>FRAP (<math>\mu</math>Mtrolox/100 g)</b>					
0	104,50 $\pm$ 2,18 <sup>ba</sup>	70,95 $\pm$ 1,73 <sup>dA</sup>	144,50 $\pm$ 2,73 <sup>aA</sup>	102,14 $\pm$ 3,36 <sup>bcA</sup>	97,23 $\pm$ 4,73 <sup>cA</sup>
6	66,35 $\pm$ 2,19 <sup>abB</sup>	70,56 $\pm$ 0,23 <sup>aA</sup>	64,82 $\pm$ 2,95 <sup>bc</sup>	52,56 $\pm$ 0,50 <sup>cC</sup>	68,47 $\pm$ 0,41 <sup>abC</sup>
12	70,98 $\pm$ 0,98 <sup>bb</sup>	49,71 $\pm$ 1,14 <sup>cB</sup>	80,32 $\pm$ 1,25 <sup>aB</sup>	74,38 $\pm$ 0,50 <sup>bb</sup>	73,41 $\pm$ 3,81 <sup>bb</sup>

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

O método ABTS permite a análise da capacidade antioxidante de compostos lipofílicos e hidrofílicos. Durante o armazenamento, apenas o óleo de chia apresentou



redução (31%) na capacidade antioxidante. Os demais óleos apresentaram oscilações que podem ter ocorrido devido à reação do radical ABTS<sup>•+</sup> com os compostos fenólicos.

Em relação à capacidade antioxidante dos óleos em reduzir o complexo Fe<sup>+3</sup>-TPTZ a Fe<sup>+2</sup>-TPTZ detectada pelo FRAP, ao final do armazenamento, os óleos de chia e gergelim branco apresentaram reduções na capacidade antioxidante, 32 e 30%, respectivamente, enquanto houve oscilações durante o armazenamento nos demais óleos estudados. Essas oscilações, segundo Castelo-Branco e Torres (30), podem ocorrer devido à interação e concentração de compostos pró-oxidantes, como carotenóides e tocoferóis.

## CONCLUSÕES

Os óleos degradaram-se e apresentaram aumento no nível de acidez e nos valores de peróxido,  $\rho$ -anisidina e Totox durante os 12 meses de armazenamento, mas ainda atenderam aos limites recomendados pela legislação, com exceção do óleo de chia, que apresentou degradação hidrolítica. Os óleos estudados apresentaram pequenas alterações durante o armazenamento em relação aos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli insaturados. Houve diminuição no teor de carotenóides com o aumento do tempo de armazenamento, e os óleos de gergelim apresentaram maior retenção, 93%. Quanto aos compostos fenólicos totais, os óleos de chia e gergelim branco apresentaram menor perda (30%). Ao final do armazenamento, foi observada maior retenção de tocoferóis totais no óleo de gergelim preto (76%), que também se destacou quanto à capacidade antioxidante. A partir dos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que os óleos apresentaram boa qualidade físico-química e estabilidade quando armazenados em temperatura ambiente por 12 meses, com destaque para os óleos de gergelim, devido ao maior teor de compostos bioativos.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

1. O'Brien RD. Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications. CRC Press; 2009.
2. Rahal EK, Meryama M, Rachid EZ. Chia (*Salvia Hispanica*): An Overview of Its Botany, Uses, Reproductive, Biology, Pharmacological Properties and Industrial Potentials. *Austin J Pharmacol Ther.* 2023; 11(2): 1172.
3. Silva PCM. Interesterificação supercrítica do óleo de gergelim (*Sesamum indicum* L.) com acetato de metila e ácido acético [dissertação]. Natal: Departamento de Engenharia Química da UFRN; 2019.
4. Sales LCS. Efeitos da suplementação de óleo de linhaça sobre o estresse oxidativo e as lesões musculares induzidos pelo exercício físico agudo. [dissertação]. João Pessoa: Centro de Biotecnologia da UFPB; 2020.

5. Tanska M, Roszkowska B, Skrajd M, Dabrowski G. Commercial Cold Pressed Flaxseed Oils Quality and Oxidative Stability at the Beginning and End of Their Shelf Life. *J Oleo Sci.* 2016; 65:111-121.
6. Fennema OR. *Food Chemistry.* M Dekker; 2007.
7. American Oil Chemists' Society. *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society.* AOCS; 2009.
8. Pereira de Abreu DA, Paseiro Losada P, Maroto J, Cruz JM. Evaluation of the effectiveness of a new active packaging film containing natural antioxidants (from barley husks) that retard lipid damage in frozen Atlantic salmon (*Salmo solar* L.). *Food Res Int.* 2010; 43:1277-1282.
9. Antoniosi Filho NR, Mendes OL, Lanças FM. Computer prediction of triacylglycerol composition of vegetable oils by HRGC. *Chromat.* 1995; 40:557-562.
10. Rodriguez-Amaya DB. *A guide to carotenoids analysis in Food.* ILSI Press; 2001.
11. Parry J, Su L, Luther M, Zhou K, Yurawecz MP, Whittaker P. et al. Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *J Agric Food Chem.* 2005; 53: 566-573.
12. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965; 16:144-158.
13. McLaughlin PJ, Weihrauch JL. Vitamin E content of foods. *J Am Diet Assoc.* 1979; 75: 647-665.
14. Kalantzakis G, Blekas G, Pegklidou K, Boskou D. (2006). Stability and radicalscavenging activity of heated olive oil and other vegetable oils. *Eur J Lipid Sci Technol.* 2006; 108:329-335.
15. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved abts radical cation decolorization assay. *Free Rad Biol Med.* 1999; 26:1231-1237.
16. Szydłowska-Czerniak A, Karlovits G, Dianoczki C, Recseg K, Szlyk E. Comparison of two analytical methods for assessing antioxidant capacity of rapeseed and olive oils. *J Am Oil Chem Soc.* 2008; 85: 141-149.
17. Gacula JM, Singh J, Bi S. *Statistical Methods in Food and Consumer Research.* Academic Press; 2008.
18. Codex Alimentarium Commission. *Codex Stan 210-1999: Codex Standard For named vegetable oils.* Codex; 2009.
19. Guillén MD, Cabo N. Fourier transform infrared spectra data versus peroxide and anisidine values to determine oxidative stability of edible oils. *Food Chem.* 2002; 77: 503-510.
20. Boukandoul S, Santos CSP, Casal S, Zaidi F. Oxidation delay of sunflower oil under frying by moringa oil addition: more than just a blend. *J Sci Food Agric.* 2019; 99: 5483-5490.
21. Clara MPF, Veronezi, CM, Jorge, N. Evaluation of Quality of Chia (*Salvia hispanica*), Sesame (*Sesamum indicum*), and Quinoa (*Chenopodium quinoa*) Oils. *Braz Food Arch Biol Technol.* 2020; 63:1-7.
22. Pinazo-Duran MD, Boscá-Gomar L. Anti-inflammatory properties of polyunsaturated fatty acid omega 3: Indications in ophthalmology. *Arch Soc Esp Oftalm.* 2012; 87:203-205.

23. Achir N, Randrianatoandro VA, Bohuon P, Laffargue A, Avallone S. Kinetic study of  $\beta$ -carotene and lutein degradation in oils during heat treatment. *Eur J Lipid Sci Techn.* 2010; 112: 349-361.
24. Crews C, Hough P, Godward J, Brereton P, Lees M, Guet S. et al. Quantitation of the main constituents of some authentic grape-seed oils of different origin. *J Agric Food Chem.* 2006; 54:6261-6265.
25. Kasote, DM. Flaxseed phenolics as natural antioxidants. *Int Food Res J.* 2013. 20:27-34.
26. Gharby S, Harhar H, Bouzoubaa Z, Asdadi A, El Yadini A, Charrouf Z. Chemical characterization and oxidative stability of seeds and oil of sesame grown in Morocco. *J Saudi Soc Agric Sci.* 2017; 16:105-111.
27. Ixtáina VY, Martínez ML, Spotorno V, Mateo CM, Maestri DM, Diehl BWK. et al. Characterization of chia seed oils obtained by pressing and solvent extractin. *J Food Comp Anal.* 2011; 24:166-174.
28. Silva AC, Jorge N. Influence of *Lentinus edodes* and *Agaricus blazei* extracts on the prevention of oxidation and retention of tocopherols in soybean oil in an accelerated storage test. *J Food Sci Techn.* 2014; 5:1208-1212.
29. Uenojo M, Maróstica Junior MR, Pastore GM. Carotenoides: propriedades, aplicações e biotransformação para a formação de compostos de aroma. *Quim Nova,* 2007; 30:616-622.
30. Castelo-Branco VN, Torres AG. (2011). Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. *Rev Nut.* 2011; 24:173-187.

**COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E CINÉTICA DE SECAGEM DE  
RESÍDUOS DE *CARICA PAPAYA* L.**

**Carolina Médici Veronezi<sup>1\*</sup> ; Patrícia de Carvalho Damy Benedetti<sup>1</sup> ;  
Maria Angélica Marques Pedro<sup>1</sup> **

<sup>1</sup>Docentes da União das Faculdades dos Grandes Lagos - UNILAGO; E-mail:  
cveronezi@hotmail.com; damypcd@gmail.com; mangelmp@hotmail.com

*\*Autor correspondente (Corresponding author) - Email: cveronezi@hotmail.com*

**Resumo:** Os mamoeiros são cultivados com o principal objetivo de fornecer frutos para consumo *in natura* ou processado. Porém, sabe-se que no processo de 1 kg de *carica papaya* são produzidos, em média 300 g de resíduos. Neste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar a composição centesimal e a curva de cinética de secagem dos resíduos (cascas e sementes) provenientes do processamento de mamão formosa. Em relação à composição centesimal, as sementes apresentaram maiores quantidades de macronutrientes como lipídios (18,05%) e proteínas (21,97%) e, conseqüentemente, elevado valor calórico (445,29 kcal/100 g). Enquanto, as cascas mostraram elevadas quantidades de cinzas e carboidratos, inferindo serem boas fontes de minerais e fibras. Com a análise da curva de cinética de secagem, constatou-se que as sementes apresentaram inicialmente maior resistência à desidratação, porém atingiram uma menor umidade após 180 minutos. Por fim, evidencia-se que ambos os subprodutos são ricos em macro e micronutrientes essenciais, sugerindo sua viabilidade para diversas aplicações, tais como ingredientes, farinha, extratos, entre outros, ao invés de serem descartados no meio ambiente.

**Palavras-chave:** cascas; mamão; sementes.

## INTRODUÇÃO

Os mamoeiros, que pertencem à família Caricaceae, são bastante plantados em todo o mundo, compreendendo seis gêneros e 35 espécies, sendo a *Carica papaya* L. a mais cultivada. Seus frutos, conhecidos como mamão ou papaia são amplamente utilizados em dietas alimentares por terem sabor doce, consistência suave, cor atrativa e elevado valor nutritivo, sendo excelentes fontes de cálcio, magnésio, fósforo, ferro, vitamina C (593,19 mg/100 g de matéria seca) e carotenoides (3,24 mg/100 g de matéria seca) como licopeno,  $\beta$ -criptoxantina e  $\beta$ -caroteno (1). Além disso, o mamão também possui o composto isotiocianato de benzila, que tem ações antihelmínticas e antifúngicas, além de ser quimioprotetores. Dependendo da quantidade acumulada no interior das células, o isotiocianato age como inibidor no desenvolvimento de câncer de pâncreas e pulmão. O mamão pode também ser utilizado nos tratamentos de eczemas, verrugas, pressão arterial, prisão de ventre etc. (2).

A coloração externa da casca do mamão é o atributo utilizado para determinar o ponto de colheita, podendo ser associada com características qualitativas intrínsecas do fruto e com a sua uniformização quanto ao estágio de maturidade. Além do aumento no teor de sólidos solúveis, a cor amarela da casca também está associada ao aumento nos teores de vitamina A e C e com a redução da acidez da polpa. Normalmente, a colheita é realizada quando as cascas apresentam 50% de coloração amarela nas estrias (3).

As cascas de frutas têm utilização limitada, pois seu elevado teor de umidade favorece a proliferação de micro-organismos e a degradação dos compostos químicos. Porém, da casca de mamão pode-se extrair a papaína, enzima proteolítica utilizada principalmente nas indústrias de alimentos, têxtil, farmacêutica e de cosméticos (4). Soares (2) mostrou que as cascas contêm treze tipos de ácidos graxos com predominância de  $\alpha$ -linolênico (28-30%) e palmítico (24-27%). Ghysio et al. (5) a fim de reduzir as perdas e desperdícios de alimentos avaliaram a farinha de casca de mamão papaia e concluíram que ela apresenta um grande potencial para ser utilizada como componente para a produção de biopolímeros. Por outro lado, Rodrigo e Perera (6) averiguaram que os extratos de cascas de mamão desempenham um importante papel quando são utilizados como ração de peixes, podendo melhorar a cor e a saúde dos mesmos.

As sementes do mamão podem ser utilizadas como produtos alimentícios ou matéria-prima para a extração de óleos, pois são ricas em proteínas (25-28%), fibras (28-30%) e lipídios (25-30%). O óleo de sementes de mamão tem quantidade elevada de ácidos graxos monoinsaturados (71,7%), predominantemente o ácido oleico (7). Além disso, são fontes de magnésio, cálcio e ferro quando comparadas a soja. Porém, possuem também substâncias antinutricionais, como oxalato (210 mg/100 g), ácido fítico (102 mg/100 g), tanino (15 mg/100 g) e inibidor de tripsina (2.431 mg/100 g) que são reduzidas quando a semente passa por cozimento ou fermentação (8). Apresentam ações antioxidante, anti-hipertensiva, hipoglicemiantes e hipolipemiantes, podendo contribuir para a prevenção e tratamento da obesidade e distúrbios metabólicos associados, devido a presença de substâncias bioativas como fitosteróis, carotenoides e compostos fenólicos totais (9).

Estudos revelam que os extratos etéreos de sementes de mamão possuem efeito protetor contra a oxidação lipídica quando adicionado ao óleo de soja aquecido a 60 °C (10). Segundo Mesquita (11) os extratos de sementes de mamão não apresentam ação antimicrobiana contra *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, porém são fontes de compostos fenólicos (36-58 mg EAG/g de extrato) e apresentam capacidade antioxidante frente aos radicais FRAP e ABTS<sup>+</sup>. Soares (2) analisando os

subprodutos (cascas e sementes) do processamento de mamão das variedades Aliança e Formosa concluiu que esses poderiam ser utilizados como fonte de antimicrobianos, antioxidantes, corantes, agentes aromatizantes e espessantes.

Com a industrialização do mamão são gerados resíduos agroindustriais, que podem ser descartados no solo, aterros sanitários, rios ou aplicados a processos rudes de produção de energia, contribuindo para a poluição dos rios e solos, lixiviação de compostos e proliferação de vetores transmissíveis de doenças (12). Sabe-se que no processamento de 1 kg de mamão, há geração de 300 g de resíduos, incluindo cascas (6,6%) e sementes (9,5%). No entanto, o aproveitamento desses resíduos se traduz em uma forma de minimizar os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto destes no ambiente. Além disso, eles representam matérias-primas interessantes para a produção de produtos com possível valor agregado (13).

A preocupação constante com o meio ambiente tem levado à adoção de medidas de reaproveitamento dos resíduos agroindustriais, como produzir produtos que possam ser utilizado como ingredientes em preparações alimentícias, extrair os compostos bioativos e utilizar como agentes antimicrobiano, pesticidas, etc. Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a composição centesimal e montar a curva cinética de secagem dos resíduos do processamento de *Carica papaya* L.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Matéria-prima**

Lote de 5 kg de mamão formosa (*Carica papaya* L.) foi higienizado com água corrente e com o auxílio de uma faca separaram-se as cascas e sementes. Depois, ambas foram trituradas para realização das análises.

### **Composição centesimal**

O teor de umidade foi realizado por secagem em estufa 105 °C com circulação de ar com pesagem a cada 2 h até peso constante. Os lipídios foram determinados por extração com éter de petróleo a 40-60 °C utilizando um extrator Soxhlet, e as cinzas foram realizadas por calcinação em mufla a 550 °C, ambos os métodos de acordo com o descrito pela AOCS (14). As proteínas foram determinadas pelo método da AOAC (15), sendo as amostras digeridas em ácido sulfúrico e o fator de conversão de nitrogênio de 6,25, visto que são normalmente utilizados para relacionar proteínas provenientes de vegetais. Os carboidratos foram determinados, por diferença, subtraindo-se de cem os valores obtidos para umidade, cinzas, proteínas e lipídios, e os resultados foram expressos em porcentagem conforme metodologia da AOAC (15). O valor energético total foi estimado, levando-se em consideração os fatores de conversão de Atwater e Woods (16), de 4 kcal/g para proteínas e carboidratos, e 9 kcal/g para lipídios, sendo os resultados expressos em kcal/100 g de amostra.

### **Curva de cinética de secagem**

Cerca de 10 g de cascas e sementes foram pesadas em placas de vidro e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 180 minutos, sendo efetuadas nesse



intervalo pesagens sucessivas (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 e 180 minutos) até atingir peso constante. Após atingir o equilíbrio, foram levadas para estufa a 105 °C durante 24 h para determinação da massa seca. A curva de secagem foi construída por meio do valor da umidade inicial e da variação da massa ao longo do tempo.

### Análise estatística

Os resultados médios da composição centesimal foram avaliados quanto à significância usando análise de variância unidirecional (ANOVA) e teste de Tukey (17) usando o programa ESTAT, versão 2.0. O nível de significância escolhido foi 0,05. O termo significativo é usado para indicar diferenças para as quais  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Composição centesimal

Durante a maturação dos frutos, ocorrem alterações físico-químicas, e, conseqüentemente, a composição centesimal se modifica (18). A remoção da umidade provoca a diminuição da atividade de água do produto, inibindo o desenvolvimento de micro-organismo e retardando as deteriorações do alimento (19). Observou-se neste estudo que ambos os subprodutos do fruto obtiveram umidade abaixo de 10%, sobressaindo as sementes com apenas 5,13% (Tabela 1).

**Tabela 1** - Composição centesimal dos subprodutos de mamão.

Macronutrientes (%)	Cascas	Sementes
Umidade	8,82 ± 0,32 <sup>a</sup>	5,13 ± 0,20 <sup>b</sup>
Cinzas	12,41 ± 1,18 <sup>a</sup>	6,11 ± 0,73 <sup>b</sup>
Lipídios	6,61 ± 0,47 <sup>b</sup>	18,05 ± 0,03 <sup>a</sup>
Proteínas	16,68 ± 0,09 <sup>b</sup>	21,97 ± 0,75 <sup>a</sup>
Carboidratos	55,48	48,74
Valor calórico (kcal/100 g)	348,13	445,29

**Fonte:** Autoria própria (2024).

Médias ± desvios padrões seguidas de mesmas letras minúsculas nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Jorge e Malacrida (10) ao estudarem a composição da semente de mamão averiguaram 8,6% de umidade, enquanto Veronezi (20) encontrou 6,26%. As diferentes porcentagens de umidade encontradas são conseqüências da diversidade de parâmetros de processos analíticos como temperatura, umidade do ar, velocidade superficial do ar etc. (21).

Quanto ao teor de cinzas, as cascas destacaram-se com elevado valor (12,41%). Corroborando com Soares (2) ao estudar as cascas de mamão das variedades Aliança e Formosa que encontrou 15,82 e 13,83% de cinzas, respectivamente; e com o estudo de Silva (22), no qual foram detectados 11,51% de cinzas nas cascas de mamão. Porém, a quantidade averiguada nas cascas de mamão foi superior às relatadas em estudos realizados com cascas de jabuticaba (3,34-7,87%), maracujá (5,85%), jaca (1,03%), atemoia (1,98%), graviola (0,98%) e buriti (4,24%) (23-25). Como o teor de cinzas indica a quantidade de minerais (fósforo, magnésio, ferro, zinco, sódio, cálcio etc.) que a amostra possui (26), pode-se inferir

que as cascas de mamão são ricas em micronutrientes quando comparada as suas sementes e cascas de outras frutas.

Por outro lado, as sementes apresentaram maiores quantidades de lipídios (18,05%) e proteínas (21,97%). Soares (2) encontrou valores lipídicos (25,3%) e proteicos (23,67-25,58%) maiores do que este estudo, analisando as sementes de mamão das variedades Aliança e Formosa. Em contrapartida, Veronezi (20) analisando a composição química das sementes de mamão verificou porcentagem semelhante de proteínas (21,44%). Essa quantia proteica é semelhante também à averiguada por outros pesquisadores em sementes não fermentadas de mamão, porém, é maior do que a encontrada na polpa deste fruto, 0,5-0,8% (8).

Os carboidratos estão interligados principalmente com a quantidade de lipídios e proteínas, logo quanto menores às quantidades desses componentes, maior será o valor do carboidrato. É importante ressaltar também que o teor de carboidratos é constituído basicamente por lignina, amido, pectina, hemicelulose, celulose, e outros biopolímeros presentes em elevadas quantidades nas cascas de frutas (27). Consequentemente, as cascas de mamão mostraram maior porcentagem de carboidratos (55,48%) e menor valor calórico (348,13 kcal/100 g). Silva (22) avaliando a casca de mamão *Carica papaya* provinda do Estado de Goiás encontrou 68,26% de carboidratos e 372,14 kcal/100 g de valor energético. Por outro lado, o estudo de Soares (2) mostrou 54,75 e 62,84% de carboidratos, respectivamente, nas cascas de mamão das variedades Aliança e Formosa, enquanto, Santos (28) apresentou 9,67 e 23,3% para as variedades Havai e Calimosa, respectivamente. As diferenças na composição química e nutricional encontradas com os resultados descritos por outros autores podem ser ocasionadas por muitos fatores, como localidade do plantio, o sistema de cultivo, índice de maturação, entre outros (2).

### **Curva de cinética de secagem**

O processo de secagem permite a redução de peso, diminuindo os custos com transporte e embalagem; prolonga a vida útil do produto, devido a redução do teor de água; e aumenta o potencial de utilização integral das frutas e de desenvolvimento de novos produtos (27). A cinética de secagem fornece informações sobre o comportamento da transferência de calor e massa entre o produto e o agente de secagem, normalmente o ar, e possibilita a obtenção de estimativas do tempo necessário para redução do teor de água do produto, em diferentes condições de secagem (29).

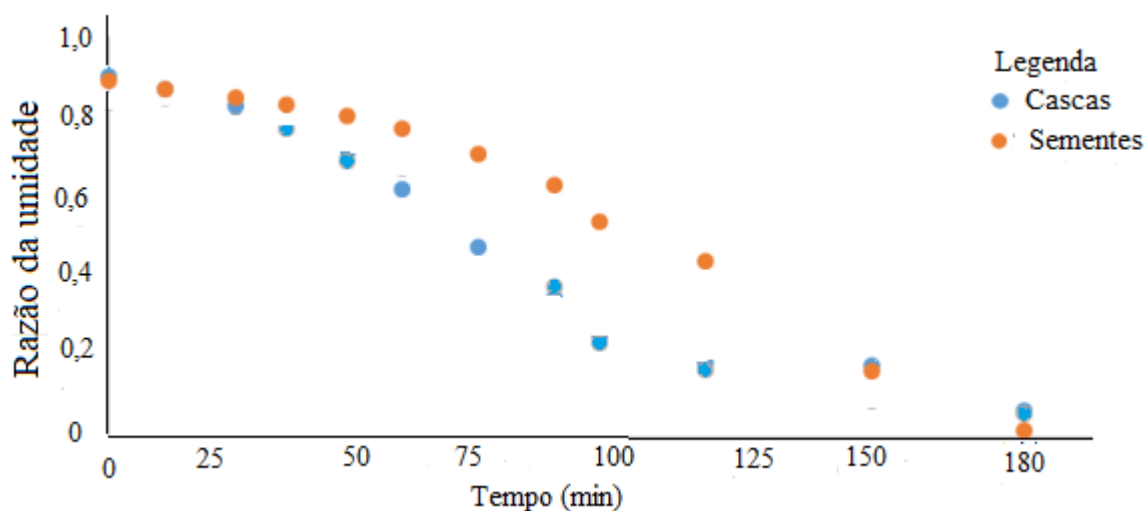
Como observado na Tabela 2 e Figura 1, as sementes apresentaram menor perda de água até 125 minutos, mantendo-se com 43,75% de umidade. Enquanto, as cascas tiveram uma grande perda entre 50 e 75 minutos. Porém, nas sementes, a partir de 150 minutos, a perda foi maior, atingindo ao final 1,48% de umidade, enquanto as cascas mostraram 6,21% no mesmo tempo. De acordo com Villar (30) as curvas de secagem podem apresentar ponto de inflexão, quando ocorre mudança na forma física do material, quando se produz contração e ruptura e quando se forma película na superfície do material parcialmente seco.

**Tabela 2** - Umidade (b.u.) durante a desidratação por circulação de ar.

Tempo (min)	Umidade (b.u.)	
	Casca	Sementes
0	89,93	88,95
25	84,96	84,50
50	70,71	80,04
75	47,31	70,59
100	24,96	53,61
125	18,28	43,75
150	17,50	16,19
180	6,21	1,48

Fonte: Autoria própria (2024).

**Figura 1** – Curva de secagem dos subprodutos do mamão.



Segundo Araujo et al. (31), à medida que a temperatura aumenta o tempo de secagem diminui e as curvas adquirem uma inclinação maior, visto que há maior quantidade de calor sendo transferido do ar para o material. Carvalho et al. (32) ao estudarem a influência da temperatura sobre o tempo de estabilização na curva de secagem de cascas de mamão verde, constataram que a 70 °C a estabilização ocorreu em 420 minutos. Por outro lado, neste estudo a 60 °C, a estabilização iniciou em 180 minutos, possivelmente por serem frutos com estágio de maturação diferente. Veronezi, Pedro e Benedetti-Damy (33) estudando os resíduos de *Passiflora edulis* averiguaram que as sementes apresentaram menor perda de água durante o processo do que as cascas.

## CONCLUSÕES

Os resultados experimentais da composição centesimal mostraram que as cascas de mamão são ricas em cinzas e carboidratos, enquanto as sementes são uma fonte potencial de proteínas e lipídios. Quanto à cinética de secagem, as cascas apresentaram uma queda acentuada após 50 minutos, embora tenha permanecido com 6,21% no final do processo. Por

outro lado, as sementes apresentaram um decaimento de umidade mais lento até 100 minutos, mas ao final do processo apresentavam 1,48% de umidade em base úmida. Alguns fatores tais como temperatura, velocidade e umidade do ar podem ser otimizados para obter produtos de melhor qualidade. Embora o perfil individual dos compostos bioativos deva ser considerado num estudo futuro, estes resultados confirmam o grande potencial dos subprodutos de mamão para aplicações industriais como a formulação de novos ingredientes alimentares.

## REFERÊNCIAS

1. Silva Junior EV, Melo LL, Medeiros RAB, Barros ZMP, Azoubel PM Influence of ultrasound and vacuum assisted drying on papaya quality parameters. *Food Sci Tech.* 2018; 97: 317-322, 2018.
2. Soares CSB. Papaya (*Carica papaya* L.) by products: Characterization and valorisation of bioactive and energetic potential. [Dissertação]. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto; 2021.
3. Embrapa. A cultura do mamão. Embrapa informação tecnológica, 2009. 119 p.
4. Yahia EM. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote. Elsevier Science: 2011.
5. Ghysio ML, Melo CS, Lucas JV, Bastos CP, Victoria FN. Produção de farinha a partir da casca do mamão papaia (*Carica Papaya*). In: Semana Integrada, 8, 2022, Anais... Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2022.
6. Rodrigo UD, Perera BGK. Important biological activities of papaya peel extracts and their importance in formulation of a low cost fish feed to enhance the skin colour and the healthiness of guppies. *Int J Scient Res.* 2018; 8(12): 702-708.
7. Veronezi, CM, Jorge N. Sementes de mamão (*Carica papaya* L.) e melão (*Cucumis melo* L.) como fonte promissora de óleos vegetais: Propriedades físico-químicas e capacidade antioxidante. In: Veronezi CM, Silva AC, Freitas IR, Jorge N, Organizadoras. Óleos vegetais: propriedades físico-químicas, bioativas e antioxidantes. Jardim do Seridó: Agron Food Academy; 2022. pp. 216-233.
8. Dakare MA, Ameh DA, Agbaji AS. Biochemical assessment of daddawa food seasoning produced by fermentation of pawpaw (*Carica papaya*) seeds. *Pakistan J Nut.* 2011; 10(3): 220-223.
9. Santana LF, Inada AC, Santo BLSE, Filiú WFO, Pott A, Alves FM, et al. Nutraceutical potential of *Carica papaya* in metabolic syndrome, *Nutrients*, 2019; 11(7): 1-19.
10. Jorge N, Malacrida CR. Extratos de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) como fonte de antioxidantes naturais. *Alimentos e Nutrição.* 2008; 19(3): 337-340.
11. Mesquita MS. Estudo do potencial nutricional e bioativo das sementes e encapsulação por spray drying dos extratos de sementes de mamão (*Carica papaya* L.) formosa. [Dissertação]. São Paulo: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP; 2021.
12. Campos KD, Faria LJG, Joele MRSP. Reaproveitamento de resíduos agroindustriais como prática sustentável para geração energia renovável. *Para onde?* 2023; 17(1):109-124.
13. Marzo C, Díaz AB, Caro I, Blandino A. Valorization of agroindustrial wastes to produce hydrolytic enzymes by fungal solid-state fermentation. *Waste Manag Res.* 2019; 37(2): 149-156.

14. AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Champaign: 2009.
15. AOAC. Official and Tentative Methods of the AOAC International. AOAC: 2012.
16. Atwater WO, Woods CD. Dietary Studies with Reference to the Food of the Negro in Alabama in 1895 and 1896. US Government Printing Office: 1897.
17. Banzatto DA, Kronka SN. Experimentação agrícola. Funep: 2006.
18. Barragán-Iglesias J, Méndez-Lagunas LL, Rodríguez-Ramírez J. Ripeness indexes and physicochemical changes of papaya (*Carica papaya* L. cv. Maradol) during ripening on-tree. Scientia Hort. 2018; 236: 272-278.
19. Cano-Chauca, M. et al. Curvas de secagem e avaliação da atividade de água da banana passa. Dig Lib J. 2004; 22(1): 121-132.
20. Veronezi CM. Avaliação da qualidade de óleos compostos obtidos de fontes alternativas. [Tese]. São José do Rio Preto: Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da UNESP; 2015.
21. Strumillo C, Kudra T. Drying: Principles, Applications and Design. Gordon and Breach Science Publishers: 1986.
22. Silva JS, Ortiz DW, Garcia LGC, Asquiere ER, Becker FS, Damiani C. Effect of drying on nutritional composition, antioxidant capacity and bioactive compounds of fruits co-products. Food Sci Technol. 2020; 40(4): 810-816.
23. Bramont WB, Leal IL, Umsza-Guez MA, Guedes AS, Alves SCO, Reis JHO. et al. Comparação da composição centesimal, mineral e fitoquímica de polpas e cascas de dez diferentes frutas. Rev Virtual Quim. 2018; 10(4): 811-823.
24. Catarino RPF, Seibel NF. Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos. In: Oliveira AF, Storto LJ, editoras. Tópicos em Ciências e Tecnologia de Alimentos: resultados de pesquisas acadêmicas vol 3. São Paulo: Blucher; 2017. pp. 113-139.
25. Resende LM. Farinhas de casca de jabuticaba: caracterização, avaliação do potencial como fonte de pectina, estudo da interação fibras-polifenóis e predição de compostos por espectroscopia FTIR. [Tese]. Belo Horizonte: Faculdade de Farmácia da UFGM; 2021.
26. Naves LP, Correa AD, Abreu CMP, Santos CD. Nutrientes e propriedades funcionais em sementes de abóbora (*Cucurbita maxima*) submetidas a diferentes processamentos. Ciên Tecnol Alim. 2010; 30(1): 185-190.
27. Ortiz DW. Cascas de frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas. [Dissertação]. Goiânia: Escola de Agronomia da UFG; 2016.
28. Santos CM. Caracterização e utilização de subprodutos do mamão (*Carica papaya* L.). [Tese]. Lavras: Universidade Federal de Lavras – UFLA; 2015.
29. Sousa KA, Resende O, Chaves TH, Costa LM. The drying kinetics of forage turnips (*Raphanus sativus* L.). Rev Ciên Agron. 2011; 42(4): 883-892.
30. Villar, CG. Estudo do desempenho de um secador convectivo de bandejas para a secagem de bananas: análise da influência das variáveis operacionais. [Dissertação]. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba-UFPB; 1999.
31. Araujo KTA, Queiroz AJM, Figueirêdo RMF, Silva RC, Amadeu LTS, Paiva YF. Cinética de secagem e determinação do coeficiente de difusão efetivo das polpas de noni e umbu. Res Soc Develop. 2021; 10(4): 1-13.
32. Carvalho JB, Marques KHSR, Mesquita AA, De Paula GH, Lima MS, Ferreira SV et al. Propriedades químicas e funcionais da casca de mamão verde submetida à secagem em diferentes temperaturas e aplicação em pães. Res Soc Develop. 2020; 9(5): 1-25.

33. Veronezi CM, Pedro MAM, Benedetti-Damy PC. Resíduos de *Passiflora edulis*: composição centesimal, cinética de secagem e análise sensorial. In: Brandão LMS, Santos ED, Mello RG, Organizadores. Ciências Agrárias: Pesquisas e tecnologias para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: e-Publicar; 2023. pp. 154-162.



## IMPLICAÇÕES DA ADIÇÃO DE PITOMBA (*Talisia esculenta*) E ENZIMA PECTINASE SOBRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO HIDROMEL

Carlos Eduardo Alves Dantas \*; Maria Eduarda Alves Dantas ; Vanessa Bordin Viera 

\*Carlos Eduardo Alves Dantas (Corresponding author)

Email: carlos.eduardo@tecnico.ufcg.edu.br

**Resumo:** A pitomba (*Talisia esculenta*) é um fruto nativo do Norte e Nordeste brasileiros que apresente potencial para a produção de bebidas alcoólicas, tais como o hidromel. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adição da pitomba, em conjunto ou não com pectinase, sobre as características físico-químicas do hidromel. Foram elaborados três tratamentos: C1 – Hidromel tradicional, sem adição de fruta/enzima; T1 – Hidromel com adição de pitomba; e T2 – Hidromel com adição de pitomba e pectinase. As bebidas foram analisadas do ponto de vista físico-químico, em triplicata. Os dados foram submetidos a ANOVA e teste de Tukey a 5% de probabilidade. A adição de pitomba ao mosto resultou em bebidas (T1 e T2) com maior teor alcoólico, pH, acidez total e fixa, cinzas, compostos fenólicos e atividade antioxidante, e menor nível de açúcares residuais e extratos secos total e reduzido quando comparadas à bebida controle (C). Por outro lado, o uso da enzima em T2 causou um aumento significativo dos compostos fenólicos e atividade antioxidante em relação a T1. É possível concluir, portanto, que o uso da pitomba na produção de hidromel é possível, sendo uma alternativa na pós-colheita de um fruto regional. Ademais, o uso da enzima juntamente com a fruta pode aumentar o conteúdo de compostos bioativos no hidromel.

**Palavras-chave:** bebida alcoólica; enzima; melomel; *Talisia esculenta*

## INTRODUÇÃO

Recentemente a produção de hidromel vem crescendo a cada ano, sendo acompanhada pelo aumento em sua venda e consumo, especialmente em países europeus, asiáticos e nos Estados Unidos (1, 2). Sob essa perspectiva de crescente produção e ganho de popularidade, estudos que visem a produção e caracterização do hidromel são fundamentais (3).

O hidromel tradicional é uma bebida alcoólica produzida a partir da fermentação do mosto de mel e água, porém outros estilos podem ser elencados de acordo com a proporção de mel:água, adição de frutas e/ou especiarias, bem como o método de preparo do mosto (4, 1).

Ainda que o mel seja a principal matéria-prima para a obtenção do hidromel, a adição de frutas pode melhorar as características da bebida (5), uma vez que os hidroméis com frutas costumam apresentar maior teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante quando comparados a hidroméis tradicionais (6).

A nível nacional, a flora brasileira é rica em frutas comestíveis com características peculiares, mas apenas uma pequena fração do seu potencial é conhecida e devidamente aproveitada em aplicações tecnológicas e biotecnológicas (7, 8), especialmente ao considerar o emprego dessas frutas no desenvolvimento de bebidas fermentadas tais como hidroméis com frutas (meloméis).

Dentre as frutas nativas do Brasil, destaca-se a pitomba (*Talisia esculenta* A. St. Hil. Radlk), cuja espécie pertence à família *Sapindaceae*, que inclui frutas como a lichia e o guaraná (9). Trata-se de uma pequena drupa globosa, coberta por um arilo agridoce que varia de branco a transparente quando maduro, nativa da região ocidental amazônica e amplamente distribuída ao longo do Norte e Nordeste brasileiros, sendo comumente consumida fresca ou na forma de subprodutos (9, 10, 11).

Do ponto de vista nutricional, a pitomba tem se mostrado uma fonte promissora de compostos com atividade antioxidante (12, 10). Contudo, apesar de ser apreciada e do seu potencial antioxidante, a fruta ainda possui uma utilização altamente limitada devido ao seu baixo rendimento e difícil remoção da polpa após a completa maturação (9).

Não obstante, estudos apontam que o tratamento enzimático pode vir a auxiliar o aproveitamento industrial de frutas, sobretudo melhorando o rendimento e aumentando a extração de compostos bioativos e atividade antioxidante (13, 14, 15). Nesse sentido, o tratamento enzimático pode vir a auxiliar a aplicação da pitomba na produção de hidromel.

Enzimas como as pectinases são amplamente utilizadas na produção de vinhos e fermentados de frutas, pois podem auxiliar na extração de suco, redução da viscosidade de mostos, na clarificação e melhoria da cor, além de promover a liberação de substâncias fenólicas e aromáticas (13).

Diante do exposto, visando diversificar as possibilidades de uso da fruta em questão, o objetivo do presente trabalho é avaliar as implicações da adição da pitomba, aliada ou não ao uso de pectinase, sobre as características físico-químicas do hidromel.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção das matérias-primas

O mel de abelha africanizada (*Apis mellifera*) e de florada silvestre foi obtido no primeiro trimestre de 2022, a partir de um apiário localizado no povoado Malhada da

Caatingueira, zona rural do município de Picuí – PB. As pitombas maduras foram coletadas na safra do primeiro trimestre de 2022, em um pomar particular situado também no povoado Malhada da Caatingueira; inicialmente os frutos foram sanitizados em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm durante 20 min, sendo em seguida descascados e armazenados sob congelamento (cerca de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até o momento do uso. A água mineral foi adquirida no mercado local do município de Cuité – PB. E o fermento adotado foi uma cepa de *Saccharomyces cerevisiae* (Lalvin® EC-1118, Lallemmand), comprada em comércio virtual.

### **Produção das bebidas**

As bebidas foram produzidas conforme as formulações dispostas na Tabela 1. Inicialmente o mosto base (C, controle) foi preparado diluindo-se o mel de abelha em água mineral até alcançar uma concentração de sólidos solúveis de 20 °Brix. Posteriormente o mosto foi suplementado com ativante de fermentação (FOSFOVIT, Institut Oenologique de Champagne) a uma concentração de 0,4 g/L. Em seguida, a depender do tratamento, as pitombas foram adicionadas ao mosto numa proporção de 20% (m/v) – tratamento T1. Ao tratamento T2, além da adição das pitombas, foi acrescido 0,02 g/L de pectinase (Coccizym Pectinolic Plus, Coccitech). A levedura foi previamente ativada em água morna durante 30 min e inoculada nos mostos a uma concentração de 0,2 g/L, conforme as recomendações do fabricante. As fermentações foram conduzidas em frascos *erlenmeyers* adaptados com *air locks*, em ambiente escuro e à temperatura ambiente ( $25 \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Diariamente o teor de sólidos solúveis e a perda de massa (desprendimento de  $\text{CO}_2$ ) foram acompanhados e o fim da fermentação foi considerado quando seus valores se mantiveram constantes. Após a fermentação, o mosto foi submetido à refrigeração para decantar durante 15 dias, ao final dos quais procedeu-se com uma trasfega. Finalmente as bebidas foram envasadas e armazenadas sob refrigeração ( $4 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) até o momento da realização das análises.

### **Análises físico-químicas das bebidas**

As análises enológicas gerais foram determinadas de acordo com as metodologias descritas por Instituto Adolfo Lutz (16): o teor alcoólico foi determinado por densimetria; o pH foi verificado por meio de medição direta, com auxílio de um potenciômetro previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,00 e 7,00; a acidez total foi analisada por titulometria ácido-base, assim como a acidez volátil, após prévia destilação da amostra por arraste de vapor; a acidez fixa foi dada pela diferença entre a acidez total e a volátil; o teor de açúcares foi determinado por titulometria de óxido-redução, utilizando-se licor de Fehling; o extrato seco total foi avaliado mediante gravimetria, após secagem em estufa convencional, enquanto o extrato seco reduzido foi obtido pela diferença entre o extrato seco total e o teor de açúcares; e as cinzas foram analisadas por gravimetria, após incineração das amostras em forno mufla.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi analisado conforme da Silva et al. (17), com modificações: 1 mL da amostra diluída adequadamente foi misturado com 1 mL do reagente Folin-Ciocalteu a 0,2 N e 1 mL de carbonato de sódio a 7,5%. A mistura foi deixada no escuro durante 1 h e em seguida sua absorbância a 760 nm foi medida em espectrofotômetro. Uma curva-padrão de ácido gálico foi elaborada e os resultados foram expressos como mg equivalente em ácido gálico/mL.

Já a atividade antioxidante foi analisada conforme Socha et al. (18): 0,1 mL da bebida foi misturada rapidamente com 3,9 mL de uma solução metanólica de DPPH a 25 mg/L, sendo a mistura mantida no escuro por 15 min e logo após verificada sua absorbância a 515 nm em espectrofotômetro utilizando-se metanol como branco. O controle foi feito

utilizando-se água destilada ao invés de hidromel e os resultados expressos como porcentagem de inibição do radical DPPH, conforme a seguinte fórmula:

$$AA_{DPPH}(\%) = (Abs_{controle} - Abs_{amostra}) / Abs_{controle} \times 100$$

### Análise estatística

Todas as análises foram feitas em triplicata e seus dados foram submetidos à análise estatística descritiva, com resultados expressos como média seguida de desvio-padrão. Os dados foram também submetidos à ANOVA, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do *software* Statistica, versão 7.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas

Parâmetro	Tratamento*		
	C	T1	T2
Teor alcoólico (% v/v a 20 °C)	10,83 <sup>b</sup> ± 0,05	11,88 <sup>a</sup> ± 0,12	11,74 <sup>a</sup> ± 0,17
pH	3,16 <sup>c</sup> ± 0,03	3,61 <sup>a</sup> ± 0,02	3,47 <sup>b</sup> ± 0,07
Acidez total (mEq/L)	35,73 <sup>b</sup> ± 1,53	68,12 <sup>a</sup> ± 1,00	69,12 <sup>a</sup> ± 1,00
Acidez volátil (mEq/L)	12,02 <sup>a</sup> ± 0,00	11,35 <sup>a</sup> ± 0,58	12,35 <sup>a</sup> ± 0,58
Acidez fixa (mEq/L)	23,71 <sup>b</sup> ± 1,53	56,77 <sup>a</sup> ± 1,16	56,77 <sup>a</sup> ± 1,16
Açúcares (g/L)	26,99 <sup>a</sup> ± 0,28	16,04 <sup>b</sup> ± 0,12	15,89 <sup>b</sup> ± 0,07
Extrato seco total (g/L)	45,91 <sup>a</sup> ± 0,40	37,52 <sup>c</sup> ± 0,10	38,85 <sup>b</sup> ± 0,10
Extrato seco reduzido (g/L)	43,21 <sup>a</sup> ± 0,39	35,91 <sup>c</sup> ± 0,10	37,26 <sup>b</sup> ± 0,10
Cinzas (g/L)	0,43 <sup>b</sup> ± 0,04	1,62 <sup>a</sup> ± 0,11	1,50 <sup>a</sup> ± 0,13
Compostos fenólicos (mg EAG/L)	104,85 <sup>c</sup> ± 1,05	227,81 <sup>b</sup> ± 1,63	277,47 <sup>a</sup> ± 1,60
Atividade antioxidante (% **)	26,54 <sup>b</sup> ± 4,28	39,51 <sup>b</sup> ± 6,50	58,02 <sup>a</sup> ± 5,34

\*Tratamento C = Hidromel tradicional, sem adição de pitomba/pectinase; Tratamento T1 = Hidromel com adição de pitomba; Tratamento T2 = Hidromel com adição de pitomba e pectinase. \*\*Porcentagem de inibição do radical DPPH. Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Diferenças significativas foram observadas em alguns parâmetros das bebidas elaboradas, tanto em função da adição de pitomba ao mosto de hidromel, quanto pela ação da pectinase.

O teor alcoólico das bebidas apresentou um aumento devido a adição da pitomba nos tratamentos T1 e T2, sem, porém, ser afetado pelo emprego da enzima, conforme evidenciado pela análise estatística (Tabela 01). A pitomba pode ter conferido ao mosto nutrientes que contribuíram para uma melhor eficiência das leveduras e conseqüentemente uma maior produção de álcool. Em todos os casos, a porcentagem de álcool encontrada esteve de acordo com a faixa de 4 a 14% exigida pela legislação brasileira (19).

O pH se mostrou variável com diferenças significativas sendo observadas entre todos os tratamentos. Curiosamente, a bebida com menor pH foi o hidromel controle, apesar de ter apresentado os menores valores de acidez total e fixa (Tabela 01). Contudo, o valor de pH não está atrelado somente à acidez da bebida, mas também ao perfil de ácidos orgânicos da bebida e seu grau de dissociação, bem como à capacidade tamponante do mosto de mel e presença de sais (20; 21; 22). Apesar de não ser um parâmetro exigido pela legislação, os

valores encontrados são condizentes com a faixa reportada em hidroméis tradicionais – de 3,42 a 3,81 – e em hidroméis com adição de chokeberry (*Aronia* sp.)– de 3,54 a 3,80 (22; 5).

Um aumento significativo da acidez total e fixa em função da adição de pitomba também foi observado nos tratamentos T1 e T2 em relação ao controle. Esse comportamento pode ser justificado pela liberação dos ácidos orgânicos da fruta no mosto, tendo em vista que a pitomba é reconhecida por apresentar uma acidez titulável relevante, na ordem de 1,05% de ác. málico/100 g (23), aumentando assim concentração total de ácidos nos meloméis, especialmente os fixos. No tocante ao recomendado pela legislação brasileira, apenas o hidromel controle não atendeu aos limites mínimos de 50 e 30 mEq/L exigidos para acidez total e fixa, respectivamente (19).

Com relação à acidez volátil, tanto a adição de fruta quanto o uso da enzima não afetaram este parâmetro, pois os resultados se mostraram homogêneos em todos os tratamentos (Tabela 01). As médias de 11,35 a 12,35 mEq/L encontradas foram menores que o máximo de 20 mEq/L preconizado pela norma brasileira (19), sendo um indicativo de que o processo de elaboração das bebidas ocorreu satisfatoriamente. É natural que a acidez volátil aumente durante a fermentação, principalmente como um resultado da síntese de ácido acético pelas leveduras e outros microrganismos, contudo, altos níveis de ácido acético podem comprometer a qualidade da bebida, gerando aromas desagradáveis (17; 21; 24).

Quanto ao conteúdo de açúcares, a bebida controle diferiu estatisticamente das demais apresentando uma concentração maior que os tratamentos T1 e T2. Essa maior porcentagem de açúcares residuais em C pode ser atribuída a um menor consumo de açúcares pelas leveduras durante a fermentação do mosto controle, já que o teor alcoólico em C foi menor que nos demais tratamentos. Apesar das diferenças significativas, todas as bebidas podem ser classificadas como suaves segundo a legislação, porque possuem mais que 3 g/L de açúcares (19).

No que diz respeito ao extrato seco total e reduzido, houve diferenças significativas entre todos os tratamentos. Os maiores quantitativos foram evidentes no tratamento controle. Um comportamento semelhante foi observado na produção de meloméis de amora (*Rubus fruticosus*), em que o controle (hidromel sem adição de fruta) também exibiu um valor maior de extrato seco (48,80 g/L) em relação aos meloméis com diferentes proporções de amora (38,50 a 40,50 g/L) (24).

Acerca dos tratamentos T1 e T2, a análise estatística apontou valores de extrato seco total e reduzido ligeiramente maiores em T2 quando comparado com T1, levando a crer que a adição de enzimas possa ter contribuído para esse aumento devido a liberação de compostos para o mosto. O mecanismo de ação das pectinases é hidrolisar frações pecto-celulósicas da parede celular da fruta, facilitando a liberação de líquido e outros componentes, melhorando ainda o rendimento do suco (25). Quanto à legislação, todos os tratamentos respeitaram o mínimo de 7 g/L estipulado para extrato seco reduzido (19).

Já as cinzas foram influenciadas somente pela adição da fruta ao mosto (Tabela 01), de modo que o hidromel controle apresentou somente 0,43 g/L contra 1,62 e 1,50 g/L nos meloméis T1 e T2, respectivamente. Apenas T1 e T2 estiveram de acordo com o padrão mínimo de 1 g/L estabelecido pela legislação brasileira (19). Visando a produção de hidromel, o mel é reconhecido por apresentar baixas concentrações de sais minerais em sua composição (26), e o processo de diluição do mel no preparo do mosto, diminui ainda mais essa concentração, sendo às vezes necessária a suplementação de sais nutrientes, conforme estipulado pela própria legislação (19). Frutas como a pitomba, por sua vez, possuem

quantidades interessantes de cinzas em sua composição, variando de 0,70 a 1,18% m/m (27;28), o que pode contribuir para o aporte dessas componentes na bebida.

A concentração de compostos fenólicos presente nas bebidas aumentou significativamente com a adição de pitomba ao mosto e em função do uso da pectinase, conforme evidenciado pela análise estatística (Tabela 01). O mel por si só é considerado uma boa fonte de compostos fenólicos (29; 30), assim como as frutas (31) também o são. Conseqüentemente o aumento significativo dos compostos fenólicos nos meloméis é notório, pois ao longo do processo de produção as diferentes matérias-primas oferecem tais componentes à bebida.

O teor de compostos fenólicos mais que dobrou em T1 (227,81 mg EAG/L) quando comparado ao tratamento C (104,85 mg EAG/L), como um resultado da liberação de compostos fenólicos presentes na polpa da fruta. A polpa da pitomba é reconhecida por apresentar moderada concentração de compostos fenólicos, conforme evidenciado por Neri-Numa et al. (32), que ao avaliarem o extrato etanólico da polpa de pitomba observaram em média 105,84 mg EAG/g de extrato seco.

Ao se comparar os compostos fenólicos dos tratamentos T1 e T2, foi observado que este último alcançou um incremento cerca de 20% (277,47 mg EAG/L) maior que o T1, indicando o efeito positivo da pectinase sobre a qualidade da bebida. Estudos reportam efeito semelhante, isto é, um aumento significativo da concentração desses compostos em certas bebidas, tais como: fermentado alcoólico de framboesa (*Rubus idaeus*) pré-tratado com maceração a frio e pectinase (33); fermentado de caqui (*Diospyros* spp.) (34); e fermentado de pitáia vermelha (*Hylocereus costaricensis*) (35). Os compostos fenólicos são moléculas reconhecidas principalmente por seu efeito antioxidante, além de anti-inflamatório e antimicrobiano, sendo assim importantes na prevenção de diversas doenças (30).

Seguindo o mesmo comportamento dos compostos fenólicos, a atividade antioxidante aumentou gradativamente com a adição da pitomba e o uso da pectinase (Tabela 01), o que era esperado pois a atividade antioxidante comumente apresenta uma correlação direta com o teor de compostos fenólicos (2; 18). No presente estudo, as porcentagens de inibição do radical DPPH variaram de 26,54 a 58,02% - C e T2, respectivamente. Em comparação com hidroméis tradicionais e meloméis de umbu (*Spondias tuberosa*), cujas porcentagens foram de 29,91 a 34,84%, os tratamentos C e T1 foram semelhantes, enquanto T2 se sobressaiu em relação ao estudo supracitado (36).

## CONCLUSÕES

A adição da pitomba ao mosto de hidromel se mostrou satisfatória, modificando positivamente os parâmetros físico-químicos da bebida. Enquanto o hidromel controle não atendeu completamente aos limites estabelecidos pela legislação brasileira (acidez total, acidez fixa e cinzas), os meloméis com adição de pitomba com ou sem pectinase satisfizeram todos os valores de referência.

A análise estatística evidenciou um aumento significativo do teor alcoólico, pH, acidez total e fixa, cinzas, compostos fenólicos e atividade antioxidante nos meloméis de pitomba em relação ao hidromel tradicional, além de uma redução no conteúdo de açúcares residuais, extrato seco total e reduzido. A pectinase adicionada ao mosto contendo mel e fruta deu origem à uma bebida (T2) com extrato seco, compostos fenólicos e atividade antioxidante estatisticamente maiores que a bebida elaborada com mel e fruta apenas (T1), indicando que a enzima facilitou a extração e liberação de compostos no mosto.



É possível concluir, portanto, que o uso da pitomba no desenvolvimento de novas bebidas alcoólicas, sobretudo o melomel, diversifica as possibilidades de emprego dessa fruta nativa na pós-colheita e valorização de um fruto regional. Além disso, o uso da enzima pectinase no processo pode melhorar as características da bebida, especialmente o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante.

## REFERÊNCIAS

1. Starowicz M, Granvogel M. Trends in food science & technology an overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 23];106:402–16. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224420305963>
2. Adamenko K, Kawa-Rygielska J, Kucharska AZ, Głowacki A, Piórecki N. Changes in the antioxidative activity and the content of phenolics and iridoids during fermentation and aging of natural fruit meads. *Biomolecules* [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Nov 23];11:1113. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-273X/11/8/1113>
3. Dantas CEA, da Silva JKB, da Silva JLA, Silva MS, Pereira JOP. Comparison of commercial yeast strains in production of meads with africanized bee's and stingless bee's honey. *J Culin Sci Technol* [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Nov 23];21(4):580–91. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15428052.2021.1972888>
4. Dobrowolska-Iwanek J, Kwit M, Fołta M, Rusin M, Galanty A, Zagrodzki P. Chemical analysis of selected meads produced in Poland. *Eur Food Res Technol* [Internet]. 2023 [acesso em 2023 Nov 23];249(10):2583–93. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s00217-023-04315-9>
5. Milijaš M, Cvetković D, Savić A, Velemir A, Topalić-Trivunović L, Papuga S. Effects of adding different quantities of yeast and chokeberry juice on fermentation of mead. *Chem Ind Chem Eng Q* [Internet]. 2023 [acesso em 2023 Nov 23];29(2):149–60. Disponível em: <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1451-93722200022M>
6. Kawa-Rygielska J, Adamenko K, Kucharska AZ, Szatkowska K. Fruit and herbal meads – Chemical composition and antioxidant properties. *Food Chem* [Internet]. 2019 [acesso em 2023 Nov 23];283:19–27. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814619301086>
7. Teixeira N, Melo JCS, Batista LF, Paula-Souza J, Fronza P, Brandão MGL. Edible fruits from Brazilian biodiversity: A review on their sensorial characteristics versus bioactivity as tool to select research. *Food Res Int* [Internet]. 2019 [acesso em 2023 Nov 23];119:325–48. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996919300675>

8. Silva CAA, Fonseca GG. Brazilian savannah fruits: Characteristics, properties, and potential applications. *Food Sci Biotechnol* [Internet]. 2016 [acesso em 2023 Nov 23];25(5):1225–32. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10068-016-0195-3>
9. de Castro DS, Moreira IS, Silva LMM, Lima JP, da Silva WP, Gomes JP, et al. Isolation and characterization of starch from pitomba endocarp. *Food Res Int* [Internet]. 2019 [acesso em 2023 Nov 23];124:181–7. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996918304782>
10. de Souza MP, Bataglioni GA, da Silva FMA, de Almeida RA, Paz WHP, Nobre TA, et al. Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (*Talisia esculenta* Radlk.) assessed by LC–MS/MS and HS-SPME/GC–MS. *Food Res Int* [Internet]. 2016 [acesso em 2023 Nov 23];83:87–94. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691630031X>
11. de Carvalho AT, Paes MM, Cunha MS, Brandão GC, Mapeli AM, Rescia VC, et al. Ethnopharmacology of fruit plants: A literature review on the toxicological, phytochemical, cultural aspects, and a mechanistic approach to the pharmacological effects of four widely used species. *Molecules* [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 23];25(17):3879. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/17/3879>
12. Fraga LN, Oliveira AKS, Aragão BP, de Souza DA, dos Santos EWP, Melo JA, et al. Mass spectrometry characterization, antioxidant activity, and cytotoxicity of the peel and pulp extracts of Pitomba. *Food Chem* [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Nov 23];340:127929. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881462031791X>
13. Yang H, Cai G, Lu J, Gómez Plaza E. The production and application of enzymes related to the quality of fruit wine. *Crit Rev Food Sci Nutr* [Internet]. 2021 [acesso em 2023 Nov 23];61(10):1605–15. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2020.1763251>
14. Choi KT, Lee SB, Choi JS, Park HD. Influence of different pretreatments and chaptalization types on the physiological characteristics and antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca* L.) wine. *Ital J Food Sci* [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 23];32(4):912–27. Disponível em: <https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/1877>
15. de Oliveira BF, do Nascimento CP, Dantas CEA, Lima IVS, Sarmiento DA, Silva MS, et al. Efeito do tratamento enzimático no despulpamento de cacaos do clone CCN-51: características físico-químicas, teor de polifenóis e atividade antioxidante. *Res Soc Dev* [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Nov 23];9(7):e142973999. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3999>

16. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. Instituto Adolfo Lutz; 2008.
17. da Silva SMPC, de Carvalho CAL, Sodr e GS, Estevinho LM. Production and characterization of mead from the honey of *Melipona scutellaris* stingless bees. *J Inst Brew* [Internet]. 2018 [acesso em 2023 Nov 23];124(2):194–200. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/jib.485>
18. Socha R, Paja k P, Fortuna T, Buksa K. Phenolic profile and antioxidant activity of Polish meads. *Int J Food Prop* [Internet]. 2015 [acesso em 2023 Nov 23];18(12):2713–25. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1004588>
19. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instru o Normativa N  34, de 29 de novembro de 2012. Estabelece a complementa o dos padrões de identidade e qualidade das seguintes bebidas fermentadas: fermentado de fruta, fermentado de fruta licoroso, fermentado de fruta composto, sidra, hidromel, fermentado de cana e saquê ou sake. *Diário Oficial da União*. 13 nov 2012; Se o 1.
20. Scutara u EC, Teliban IV, Zamfir CI, Luchian CE, Colibaba LC, Niculaua M, et al. Effect of different winemaking conditions on organic acids compounds of white wines. *Foods* [Internet]. 2021 [acesso em 2024 Fev 15];10(11):2569. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10112569>
21. Sroka P, Tuszy ski T. Changes in organic acid contents during mead wort fermentation. *Food Chem* [Internet]. 2007 [acesso em 2024 Fev 15];104(3):1250–7. Disponível em: <https://doi:10.1016/j.foodchem.2007.01.046>
22. Brunelli LT, Imaizumi VM, Venturini Filho WG. Caracteriza o físico-química, energética e sensorial de hidromel produzido a partir de cinco tipos de leveduras alcoólica. *Energ na Agric* [Internet]. 2017 [acesso em 2024 Fev 15];32(2):200–8. Disponível em: <http://energia.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/2501>
23. de Mendonça VZ, Vieites RL. Physical-chemical properties of exotic and native Brazilian fruits. *Acta Agronômica* [Internet]. 2019 [acesso em 2024 Fev 15];68(3):175–81. Disponível em: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/55934](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/55934)
24. Savi c A, Velemir A, Papuga S, Stojkovi c M. Influence of blackberry juice addition on mead fermentation and quality. *Foods Raw Mater* [Internet]. 2021 [acesso em 2024 Fev 15];9(1):146–52. Disponível em: <http://jfrm.ru/en/issues/1803/1845/>
25. Espejo F. Role of commercial enzymes in wine production: a critical review of recent research. *J Food Sci Technol* [Internet]. 2021 [acesso em 2024 Fev 15];58(1):9–21. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s13197-020-04489-0>

26. Iglesias A, Pascoal A, Choupina AB, Carvalho CA, Feás X, Estevinho LM. Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. *Molecules* [Internet]. 2014 [acesso em 2024 Fev 16];19(8):12577–90. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules190812577>
27. Fraga LN, Oliveira AK de S, Aragão BP, Silva AM de O e, Wartha ERS de A, Bacci L, et al. Physico-chemical characterization of the pulp and peel of Brazilian Pitomba (*Talisia esculenta* (A. St.-Hill.) Radlk). *Res Soc Dev* [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Fev 16];9(1):e122911774. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1774>
28. de Queiroga AXM. Caracterização física, química e funcional dos frutos da pitombeira (*Talisia esculenta*) [dissertação]. Pombal: Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da UFCG; 2015.
29. Pita-Calvo C, Vázquez M. Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2017 [acesso em 2024 Fev 16];59:79–87. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224416302631>
30. Cianciosi D, Forbes-Hernández T, Afrin S, Gasparri M, Reboredo-Rodríguez P, Manna P, et al. Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A Review. *Molecules* [Internet]. 2018 [acesso em 2024 Fev 16];23(9):2322. Disponível em: <http://www.mdpi.com/1420-3049/23/9/2322>
31. Lima MC, Paiva de Sousa C, Fernandez-Prada C, Harel J, Dubreuil JD, de Souza EL. A review of the current evidence of fruit phenolic compounds as potential antimicrobials against pathogenic bacteria. *Microb Pathog* [Internet]. 2019 [acesso em 2024 Fev 16];130:259–70. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0882401018321144>
32. Neri-Numa IA, de Carvalho-Silva LB, Macedo Ferreira JE, Machado ART, Malta LG, Ruiz ALTG, et al. Preliminary evaluation of antioxidant, antiproliferative and antimutagenic activities of pitomba (*Talisia esculenta*). *LWT - Food Sci Technol* [Internet]. 2014 [acesso em 2024 Fev 16];59(2):1233–8. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643814003879>
33. Zhao W, Wang L, Chuai P, Wang R, Su Y, Yang R. The effects of cold pectinase maceration and pulp juice fermentation on physicochemical properties of raspberry wine. *J Food Process Preserv* [Internet]. 2022 [acesso em 2024 Fev 16];46: e16646. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfpp.16646>
34. Wang Z, Hao Q, An X, Chitrakar B, Li J, Zhao Z, et al. Optimization of mopan persimmon wine fermentation with pectinase and analysis of its mechanism of action. *Foods* [Internet]. 2023 [acesso em 2024 Fev 16];12(6):1246. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/6/1246>

35. Jiang X, Lu Y, Liu SQ. Effects of pectinase treatment on the physicochemical and oenological properties of red dragon fruit wine fermented with *Torulaspota delbrueckii*. LWT [Internet]. 2020 [acesso 2024 Fev 16];132:109929. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002364382030918X>
36. Dantas CEA. Melomel de umbu: produção e caracterização físico-química [monografia]. Currais Novos: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte; 2022.

**ASPECTOS DE QUALIDADE DA FARINHA DE CARIMÃ ORIUNDA DO MUNICÍPIO DE MONTE ALEGRE - PA**

**Kefferson da Silva Braga** \*; **Paula Manuele dos Santos Viana** ; **Maila Thaís Vieira Maia** ; **Lucas Fonseca de Sousa** ; **Aliza Thieko Fernandes Taketomi** ; **Maria Lita Padinha Corrêa Romano** ; **Fabrizia Sayuri Otani** 

*\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: Keffersonsilva8@gmail.com*

**Resumo:** A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é muito cultivada no país, principalmente na região norte, e a partir dela são produzidos diversos subprodutos dentre eles está a farinha de carimã. Assim, objetivou-se avaliar os parâmetros físico-químicos e a determinação de fungos das farinhas de carimã comercializadas no município de Monte Alegre – Pará. As amostras foram adquiridas em diferentes feiras livres, transportadas via fluvial para Santarém – Pará e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal, da Universidade Federal do Oeste do Pará para posterior análises. Foram determinados teor de umidade, em estufa a 105°C, teor de cinzas, em mufla a 550°C e pH. Todas as análises foram feitas em triplicata. A análise de fungos foi realizada em duplicata utilizando a técnica de plaqueamento em superfície (spread plate). Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística no programa Jamovi® versão 2.3.21. Foram encontradas diferenças entre as amostras para umidade, onde a amostra L1 (12,31% ± 0,05) foi superior as amostras L2 (9,63% ± 0,06) e L3 (8,47% ± 0,04), teor de cinzas, a amostra L3 (1,20% ± 0,01) foi superior as amostras L1 (1,07% ± 0,04) e L2 (0,92% ± 0,03), para o parâmetro do pH, a amostra L3 (5,00 ± 0,09) foi superior as amostras L2 (4,70 ± 0,06) e L1 (4,37 ± 0,01). A análise de fungos não evidenciou o crescimento de microrganismos fúngicos. Conclui-se que os parâmetros analisados das farinhas de carimã estão em conformidade com o que preconiza a legislação, atendendo aos requisitos de qualidade.

**Palavras-chave:** Amazônia; mandioca; produção; umidade



## INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), conhecida popularmente em algumas regiões como macaxeira, destaca-se pela sua notável capacidade de aproveitamento integral de seus componentes, onde raízes e folhas são amplamente utilizados na alimentação humana e animal (1). No Brasil, a região norte destaca-se como a principal produtora de mandioca no país, e o estado do Pará assume a posição de liderança, contribuindo significativamente para a produção nacional, totalizando aproximadamente 4,1 milhões de toneladas no ano de 2022 (2).

Em virtude disso, o processamento da mandioca resulta em diversos subprodutos, destacando a farinha como o principal entre eles (3). A produção de farinha tem se concentrado predominantemente nas mãos de agricultores familiares, e sua comercialização assume um papel fundamental constituindo sua principal fonte de renda. Além dos aspectos econômicos, essa atividade incorpora conhecimentos tradicionais, costumes e tradições das comunidades principalmente na região Amazônica (4).

Na culinária Amazônica, a mandioca tem diversas utilidades e suas raízes são usadas na produção de farinha seca, farinha d'água, farinha temperada, beiju, tapioca, tucupi, ingredientes em pratos típicos e farinha de carimã também conhecida popularmente como massa puba (5). A farinha de carimã é extraída das raízes de mandioca e sua fabricação, assim como de outros subprodutos, é realizada em pequenos estabelecimentos rurais artesanais, conhecidos como casas de farinha, caracterizados por sua tecnologia de processamento limitada e o uso de equipamentos rudimentares (4).

A farinha de carimã é bastante utilizada na culinária da região norte como ingrediente para a produção de diferentes iguarias. No município de Monte Alegre – Pará ela é muito utilizada na fabricação da rosquinha de carimã, uma comida típica da cidade onde seu maior período de produção é no mês de junho.

A farinha de carimã é obtida por meio da fermentação das raízes de mandioca que são geralmente descascadas e submersas em água parada dentro de recipientes, ou são acondicionadas em sacos e submersas em igarapés, onde permanecem por um período de até sete dias. Nesse período as raízes sofrem fermentação por parte da ação de microrganismos nativos levando ao seu amolecimento e redução de compostos tóxicos, como o cianeto (6).

Após a fermentação, as raízes são dispostas em peneiras e lavadas até que toda a massa se desprenda e fique somente as fibras. A massa obtida passa por processo de prensagem para remoção do excesso de água, em seguida, é submetida à secagem ao sol ou em secadores (7).

Assim, considerando o processo de produção da farinha de carimã, caracterizado pela baixa tecnologia empregada, e a carência de estudos dedicados à sua análise, este trabalho tem como objetivo avaliar os parâmetros físico-químicos e a determinação de fungos das farinhas de carimã disponíveis no mercado do município de Monte Alegre, no estado do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

### **Aquisição das amostras**

Para as análises, foram adquiridas três amostras de farinhas de carimã em diferentes feiras livres do município de Monte Alegre – Pará (latitude 02°00'28" sul e longitude 54°04'09" oeste), as farinhas são oriundas da produção artesanal feita por famílias da zona rural do município. As amostras foram armazenadas em saco zip lock e devidamente identificadas de acordo com cada local de aquisição, denominadas como local 1 (L1), armazenada em saco aberto na feira, local 2 (L2) e local 3 (L3), armazenadas em sacos fechados na feira. Posteriormente as amostras foram transportadas via fluvial, para o município de Santarém – Pará, e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal – LTPOA, da Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA para posterior análise.

### **Análise físico-química**

Para análise do teor de umidade foram pesadas aproximadamente 4g de farinha de carimã em balança analítica, postas em cadinho de porcelana, e secas em estufa de circulação de ar forçado a 105 °C, posteriormente as amostras foram retiradas, resfriadas em dessecador por 1 hora e pesadas.

Para a determinação de cinzas, as amostras secas foram incineradas em forno mufla a 550°C durante 6 horas até atingirem a coloração esbranquiçado acinzentado que indicava queima total da matéria orgânica, posteriormente as amostras foram retiradas, resfriadas em dessecador por 1 hora e pesadas.

Para verificação do pH foi usado um pHmetro de bancada (Multiparâmetro HI 2020-02 EDGE), previamente calibrado com solução tampão pH 4, 7 e 10, no Laboratório de Controle de Qualidade da UFOPA. Pesou-se 10g de amostra que foi diluída em 100 mL de água destilada, a mistura foi homogeneizada e deixada em descanso por 30 minutos até o momento da leitura.

Todas as análises realizadas foram feitas em triplicata e conduzidas de acordo com as normas descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (8).

### **Análise de fungos**

Foram pesados 0,5 g de cada amostra e transferidos para um becker contendo 100 mL de água peptonada a 0,1% que correspondeu a diluição  $10^{-1}$  e a partir desta, foi retirado 1 mL que foi transferido para um tubo de ensaio contendo 9 mL de água peptonada a 0,1% até diluição  $10^{-2}$ . Foi inoculado 1 mL de cada diluição em placa de Petri contendo Ágar Sabouraud Dextrose 4% (SDA-Himedia®) suplementado com cloranfenicol a 0,1 µg/mL, para inibir o crescimento bacteriano, cada amostra foi realizada em duplicata utilizando a técnica de plaqueamento em superfície (spread plate). Em seguida, as placas foram incubadas em demanda bioquímica de oxigênio - BOD, a 30°C e monitoradas até 10 dias para a observação do crescimento e posterior isolamento dos fungos, à medida que estes foram crescendo na superfície do meio de cultura.

### **Análise estatística**

Os dados foram organizados em planilha e submetidos a análise estatística quantitativa, análise estatística de variância ( $p < 0,05$ ) e submetidos ao teste de comparação de médias, por meio do teste Tukey a nível de 5% de significância ( $p < 0,05$ ), no programa estatístico Jamovi® versão 2.3.21.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise físico-química

Os dados obtidos por meio da análise das amostras das farinhas de carimã para os parâmetros de umidade, cinzas e pH estão dispostos a seguir (Tabela 1).

**Tabela 1.** Médias e desvio padrão de umidade, cinzas e pH das amostras de farinha de carimã, obtidas em diferentes localidades: Local 1 (L1), Local 2 (L2), Local 3 (L3).

Amostra	Umidade %	Cinzas %	pH
L1	12,31 ± 0,05 <sub>a</sub>	1,07 ± 0,04 <sub>b</sub>	4,37 ± 0,01 <sub>c</sub>
L2	9,63 ± 0,06 <sub>b</sub>	0,92 ± 0,03 <sub>c</sub>	4,70 ± 0,06 <sub>b</sub>
L3	8,47 ± 0,04 <sub>c</sub>	1,20 ± 0,01 <sub>a</sub>	5,00 ± 0,09 <sub>a</sub>
p-valor	<0,001	0,001	0,003

\*médias seguidas de mesma letra, na vertical, não diferem estatisticamente a 5%, pelo teste de Tukey.

**Fonte:** Autores (2024)

A análise de comparação de médias foi significativa ( $p < 0,05$ ), para teor de umidade, teor de cinzas e pH. O teor de umidade da amostra L1 (12,31 % ± 0,05) foi superior ao das amostras L2 (9,63% ± 0,06) e L3 (8,47% ± 0,04), em relação ao teor de cinzas, a amostra L3 (1,20% ± 0,01) foi superior as amostras L1 (1,07% ± 0,04) e L2 (0,92% ± 0,03), e para pH a amostra L3 (5,00 ± 0,09) foi superior as amostras L2 (4,70 ± 0,06) e L1 (4,37 ± 0,01).

O teor de umidade tem grande importância em estudos com alimentos, sendo um dos parâmetros mais avaliados, pois teores de umidade acima dos recomendados para cada produto, podem ocasionar alterações fisiológicas, deterioração microbológica e perdas de qualidade dos alimentos, além de influenciar no período de estocagem do alimento (9).

A umidade está relacionada com fatores inerentes ao processamento da farinha, tal como a fermentação (10), fator que pode explicar a diferença nos teores de umidade entre as amostras do presente trabalho, além disso, a forma como a farinha de carimã é armazenada nas feiras também pode ter afetado o seu teor de umidade, uma vez que as amostras L2 e L3 estavam dispostas em sacos hermeticamente fechados enquanto que a amostra L1 estava disposta em saco aberto.

No entanto, vale ressaltar que os teores de umidade das amostras encontrados no presente trabalho estão em conformidade com o que é requerido pela legislação, que por meio da Instrução Normativa nº 52 de 2011 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA, preconiza que farinhas de mandioca devem ter teor de umidade inferior a 13% (11). É importante que esses valores estejam em conformidade com que preconiza a legislação, pois, valores acima de 13% propiciam o crescimento microbiano, assim, podendo afetar a qualidade final do produto (12).

Os teores de umidade obtidos no presente trabalho, sobretudo das amostras L2 e L3, são próximos aos obtidos por Sá *et al.* (13), que em trabalho realizado com farinha feita de inhame e farinha feita de taro obtiveram as médias de 8,8 e 9,71% respectivamente, no entanto, a amostra L1 foi superior as amostras do estudo supracitado.

Pinto *et al.* (14) em seu trabalho com análise em farinhas de mandioca de diferentes casas de farinha de um município do estado do Pará encontraram teores de umidade, em algumas amostras, próximos aos valores encontrados no presente trabalho, os resultados encontrados por eles variaram de 6,8 a 10,6%.

Viana *et al.* (15) em seu trabalho com farinhas de mandioca artesanais produzidas no município de Santana de Pirapama – MG encontraram teores de umidade próximos aos resultados encontrados no presente trabalho, eles encontraram valores variando de 8,13 a 12,72%. Já Guimarães e Schneider (12) em seu trabalho com farinha de mandioca oriundas do município de São Desidério – BA encontraram teores de umidade menores do que os encontrados no presente trabalho, eles encontraram valores de 7,93 e 4,27% para farinha grossa e farinha fina, respectivamente. Esses autores citam que a granulometria da farinha é um fator que também influi no teor de umidade.

Os teores de cinzas obtidos no presente trabalho estão em conformidade com as exigências da legislação, que por meio da instrução normativa nº 52 de 2011 do MAPA, preconiza que o teor de cinzas deve ser igual ou inferior a 1,4% (11). Diferentemente do trabalho de Pinheiro e Vieira (16) que em seu estudo com farinha de mandioca obtiveram teores de cinza que variaram de  $1,68 \pm 0,01$  a  $2,13 \pm 1,09\%$ , estando estas fora do padrão estabelecido pela legislação, uma vez que seus valores são superiores ao permitido.

Piroski (17) avaliando digestibilidade e características físico-químicas de farinhas de milho e mandioca encontrou teores de cinzas que variaram de 0,7 a 1% (farinhas de mandioca do grupo seca) e 0,9 a 1% (farinha bijusada), valores próximos aos encontrados no presente trabalho, já os teores de cinzas para a farinha de milho variaram de 0,2 a 0,7%.

Silva *et al.* (18) realizando análise de farinhas de mandioca comercializadas no mercado Municipal Elias Mansur em Rio Branco-Acre obtiveram teores de cinzas que variam de 0,47 a 0,98% em seu trabalho, algumas amostras apresentaram teor de cinzas próximos aos encontrados no presente trabalho.

Stefanello *et al.* (19) realizaram trabalho com farinha produzida a partir de batata-doce biofortificada utilizando dois métodos de secagem, por renovação e circulação de ar e por atomização, eles obtiveram teores de cinzas superiores aos encontrados no presente trabalho, valores de 2,36 e 2,27% respectivamente, para os métodos supracitados.

A legislação brasileira não dispõe sobre parâmetros para serem seguidos em relação a valores de pH de farinhas de mandioca. Contudo, os alimentos podem ser classificados com base no seu pH em: pouco ácidos ( $>4,5$ ), ácidos (4,5 a 4,0) e muito ácidos ( $<4,0$ ) (16), levando em conta essa classificação as amostras de farinha de carimã podem ser consideradas pouco ácidas (L2 e L3) e ácida (L1).

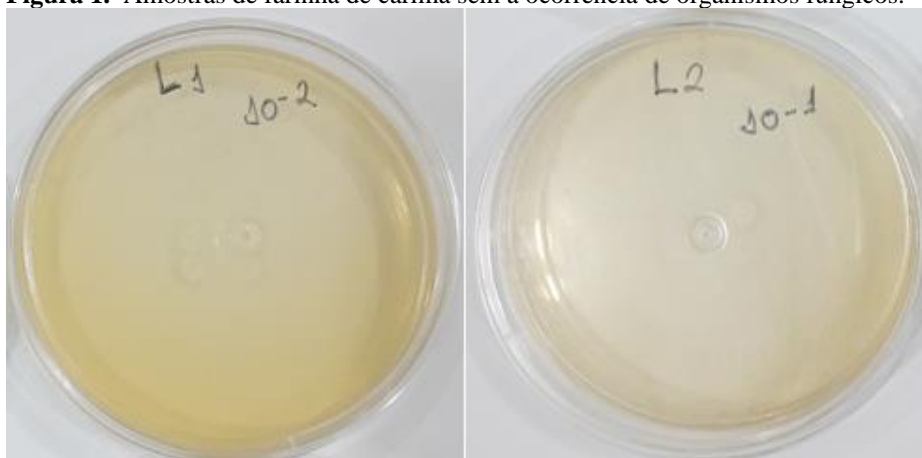
A avaliação do pH das amostras obtidos no presente trabalho, com variação de  $4,37 \pm 0,01$  a  $5,00 \pm 0,09$ , mostrou que os dados são discrepantes em relação aos obtidos por Pinheiro e Vieira (16) que obtiveram pH variando de 2,04 a 2,28. Porém, são próximos aos valores obtidos por Pinto *et al.* (14), que obtiveram valores de pH variando de 4,04 a 5,87,

esses autores dizem que o pH é um parâmetro de grande importância quando se refere a limitação da capacidade de desenvolvimento de microrganismos em alimentos.

### Análise de fungos

Os resultados observados por meio da análise de fungos estão dispostos abaixo (Figura 1). Durante o período de 10 dias no qual as amostras foram incubadas, não foi observado a ocorrência de microrganismos fúngicos nas amostras L1, L2 e L3. Simão (20) constatou que existe uma correlação entre os conteúdos de umidades e a contagem de bolores e leveduras, em seu trabalho foi verificado que as amostras com menor porcentagem de umidade apresentaram menor contagem total de bolores e leveduras. Essa correlação entre conteúdo de umidade e contagem de fungos pode estar relacionado com a ausência de microrganismos nas amostras do presente trabalho.

**Figura 1.** Amostras de farinha de carimã sem a ocorrência de organismos fúngicos.



**Fonte:** Autores (2024)

Os fungos são um grupo de seres vivos que habitam quase todos os nichos ecológicos e são muito eficientes na degradação de muitos substratos, e quando se fala em análise de alimentos, a maior parte dos fungos de interesse são mesófilos, crescendo em uma faixa de temperatura de 20°C a 40°C, os fungos filamentosos, em sua maioria, são mesófilos, eles produzem micotoxinas e metabolitos secundários que são altamente tóxicos para seres vivos (21; 22).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 331/2019, que estabelece os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação, juntamente com Instrução Normativa n° 60, de 23 de dezembro de 2019, que estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos, não dispõem sobre limites para bolores e leveduras em mandioca e seus derivados (23; 24). Porém, a Portaria do Ministério da Saúde n° 451, de 19 de setembro de 1997, portaria revogada, dispunha que os limites para bolores e leveduras não deveriam ser superiores a 10<sup>4</sup> Unidades Formadora de Colônias (UFC)/g para farinhas (25)

A análise de fungos não evidenciou o crescimento de microrganismos fúngicos, no período observado, diferentemente do trabalho de Hollerverger (26) que observou o crescimento de fungos e leveduras em suas análises com amostras de farinha de mandioca comercializadas em feiras da cidade de Parintins – AM. Ono (27) também observou o crescimento de fungos em suas análises de amostras de farinha de mandioca, quatro das

amostras analisadas apresentaram contaminação por fungos, em seu estudo foram isoladas cepas pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Paecilomyces* e *Penicillium*.

## CONCLUSÕES

Os parâmetros analisados das farinhas de carimã estão em conformidade com o preconizado na legislação vigente, isso mostra que o produto está atendendo aos requisitos de qualidade quanto aos parâmetros estudados. Porém, ainda se faz necessário a realização de estudos que contemplem mais parâmetros físico-químicos da farinha de carimã, bem como parâmetros fúngicos para que se tenha uma maior confiabilidade na qualidade e maior referencial de trabalhos científicos para ser consultado.

## REFERÊNCIAS

1. Martins V, Eliane Cristina Moreno de Pedri, Ana Aparecida Bandini Rossi. Caracterização e agrupamento das etnovarietades de mandioca, do Norte do Mato Grosso, mediante caracteres dos frutos. Rev Thema. 20 maio 2022;21(2):323-31.
2. SEDAP - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca [internet]. Boletim Informativo – 4ª Edição – Síntese Agrícola de Produção. 2023 [acesso em 02 out 2023]. Disponível em: <https://www.sedap.pa.gov.br/node/259>
3. E Oliveira JM, Santos BR, De Lima SC. Condições Higiênico-Sanitárias em uma Fábrica de Farinha de Mandioca no município de Castanhal-PA avaliação e recomendações. Rev Gestao Secr (Manag Adm Prof Rev). 10 ago 2023;14(8):13202-20.
4. Dos Santos RS, De Lima SC, Ribeiro SD. Produção de farinha de mandioca: uma vivência nas casas de farinha. Rev Gestao Secr (Manag Adm Prof Rev). 22 ago 2023;14(8):14211-7.
5. Lobo ID, Júnior CF, Nunes A. Importância socioeconômica da mandioca (*Manihot esculenta* crantz) para a comunidade de Jaçapetuba, município de Cametá/PA. Multitemas. 16 out 2018;23(55):195.
6. Lima TTM, Hosken BO, Venturim BC, Lopes IL, Martin JGP. Traditional Brazilian fermented foods: cultural and technological aspects. Journal of Ethnic Foods. 2 set 2022;9(1):15.
7. Silva PS. Tratamento biológico de efluentes do processamento da mandioca: incentivo sustentável as unidades produtoras de farinha [dissertação de mestrado na Internet]. Santarém: Universidade Federal do Oeste do Pará; 2019 [acesso em 06 out 2023]. 108 p. Disponível em: <https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/handle/123456789/124>
8. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª ed. [1ª ed. Digital]. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.



9. Silva RGV. Caracterização físico-química de farinha de Batata-doce para produtos de panificação [dissertação de mestrado]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2010. 71 p.
10. Álvares VD, Miqueloni DP, Negreiros JR. Variabilidade físico-química da farinha de mandioca do território da cidadania do vale do juruá, acre. Rev Ceres. Abr 2016;63(2):113-21.
11. BRASIL, MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 52, de 07 de novembro de 2011. Aprova o Padrão oficial de classificação da farinha de mandioca, considerando seus requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 2011.
12. Guimarães AR, Schneider LC. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) oriundas do Município de São Desidério – BA/ Physical and chemical characterization of cassava flours (*Manihot esculenta* Crantz) from the Municipality of São Desidério - BA. Braz J Health Rev. 2020;3(6):16820-9.
13. Sá AR, Lima MB, Silva EI, Mendes ML, Messias CM. Caracterização físico-química e nutricional de farinhas obtidas de inhame (*Dioscorea* spp.) e taro (*Colocasia esculenta*) comercializados em Petrolina-PE. Saude (St Maria). 11 jan 2019;3(44).
14. Pinto CC, Amorim MT, Cunha RG, Amaro BO, Oliveira SR, Pinheiro MD, Costa ED, Oliveira CS. Parâmetros físico químicos e resíduos cianogênicos em farinhas de mandioca de diferentes casas de e um município do estado do Pará, Brasil. Braz J Dev. 2020;6(7):43459-73.
15. Viana L, Pires C, Macedo M, Trombete F, Silva L. ASPECTOS DA QUALIDADE DE FARINHAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) ARTESANAIS PRODUZIDAS NO MUNICÍPIO DE SANTANA DE PIRAPAMA/MG. Encicl Biosf. 15 dez 2019;16(30).
16. Pinheiro SB, Vieira RC. Caracterização físico-química de amostras de farinha de mandioca e estudo sobre a concepção tecnológica dos produtores na Vila Soledade, Moju/Pará [trabalho de conclusão de curso]. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA; 2023. 50 p.
17. Piroski CS. Avaliação da digestibilidade e características físico químicas das farinhas de milho e mandioca [dissertação de mestrado]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2019. 84 p.
18. E Silva MW, Da Silva RF, Pinto WJ, Furtado MT, Imada KS. Conformidade de farinhas de mandioca comercializadas no mercado municipal elias mansur em rio

- branco-acre, brasil / conformity of cassava flours commercialized at elias mansur municipal market in rio branco acre, brazil. *Braz J Dev.* 4 maio 2022;8(5):33747-62.
19. Stefanello R, Klaic PM, Ferrarini F, Hermanns G, Walter M. Caracterização físico-química de farinha de batata-doce biofortificada cultivar "Beauregard" obtida por secagem em estufa e por atomização. *Bol Tec Cient.* 4 jul 2022;7(1):1-23.
  20. Simão V. Avaliação da qualidade de alimentos para aves de companhia quanto ingredientes, corantes artificiais, fungos e micotoxinas [dissertação de mestrado]. Florianópolis: Repositório Institucional da UFSC; 2012.
  21. Mundim SM. Fungos e micotoxinas em farinha de mandioca da região Amazônica [dissertação de mestrado]. Manaus: Universidade Federal do Amazonas; 2014. 76 p.
  22. Barbosa GS. ANÁLISE DA TEMPERATURA, UMIDADE E CONTAMINAÇÃO FÚNGICA DAS ÁREAS DE ARMAZENAMENTO E PREPARO DE ALIMENTOS EM UNIDADES DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO [trabalho de conclusão de curso]. Cuité: Universidade Federal de Campina Grande; 2018. 52 p.
  23. BRASIL. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária- ANVISA. Resolução – RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.* 2019.
  24. BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Ministério da Saúde. Instrução Normativa 60 de 23 de dezembro de 2019. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor e se aplica de maneira complementar à RDC nº 331. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 de dezembro de 2019.* 2019.
  25. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 451, de 19 de Setembro de 1997. Estabelece os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. *Diário Oficial da União, Brasília, nº 124-E, p.*
  26. Hollerverger SVS. Análise microbiológica da farinha de mandioca comercializada na feira do Produtor da cidade de Parintins-AM. Parintins: Universidade Federal do Amazonas; 2014.
  27. Ono LT. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): Avaliação da micobiota e determinação de aflatoxinas [dissertação de mestrado]. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL); 2020. 61 p.

## RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE PALMA EM PÓ OBTIDA POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (FOAM-MAT)

Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza <sup>ID</sup>\*; Alessandra de Souza Nascimento <sup>ID</sup>; Espedita Pereira Matias <sup>ID</sup>; Cristiane Ayala de Oliveira <sup>ID</sup>; Lucélio Mendes Ferreira <sup>ID</sup>; Camilla Salviano Bezerra Aragão <sup>ID</sup>; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes <sup>ID</sup>

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [beatriz.gabriely@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:beatriz.gabriely@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** A secagem em camada de espuma (*foam-mat*) é um destaque entre os métodos para obtenção de farinhas, por ser um método simples e barato. A agroindustrialização da palma é uma possibilidade de agregação de valor para a alimentação humana, já que apresenta grande valor nutricional. Este trabalho teve como objetivo a produção de palma em pó pelo método de secagem *foam-mat*. As condições de secagem foram: temperaturas de 50, 60 e 70 °C e espessuras da espuma 0,3; 0,5; e 0,7 cm. A caracterização da palma em pó incluiu análises de lipídios, proteínas, umidade, cinzas, atividade de água e rendimento. Os resultados, analisados indicaram que a umidade e a *Aw* atenderam aos padrões legislativos para farinhas, favorecendo a sua conservação. Variações nos teores de lipídios (14,43% a 26,25%) e proteínas (5,73% a 7,70%) foram observadas entre os tratamentos, enquanto os tempos de secagem variaram de 120 a 360 minutos (tratamentos 3 e 7, respectivamente). Ressalta-se que a qualidade da palma em pó é superior, quando utilizado a temperatura de 50 °C. A secagem por camada de espuma (*foam-mat*) apresentou grandes vantagens quando utilizado para a obtenção de palma em pó, em temperaturas mais amenas. Quando utilizado em temperaturas altas, ocorreu a desestabilização da espuma. Foi observado baixo rendimento da palma em pó, sendo o maior valor obtido para a menor temperatura (50 °C) e maior espessura (0,7 cm), destacando-se como o melhor tratamento para a obtenção deste produto. Todos os tratamentos apresentaram atividade de água (*Aw*) abaixo de 0,6.

**Palavras-chave:** cactácea; desidratação; farinha

### INTRODUÇÃO

As cactáceas são plantas higroscópicas, ou seja, são capazes de absorver, reter ou eliminar água, procurando sempre estabelecer um equilíbrio de umidade com o ar do meio. O equilíbrio higroscópico ocorre quando o teor de umidade da cactácea e a pressão de vapor de água da atmosfera são equivalentes (1). De acordo com Almeida (2), a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) é uma alternativa promissora para suprir a alimentação dos animais do semiárido devido a sua adaptação às condições climáticas da região e por apresentar boa palatabilidade e digestibilidade.

Na alimentação humana, na maioria das vezes, as partes da palma utilizadas em preparações culinárias são os brotos ou raquetes jovens (intituladas de verdura) e os frutos. A agroindustrialização dessa espécie vegetal, permite o uso diversificado em produtos e derivados, resultando em agregação de valor à produção. Entretanto, por mais versátil que essa cactácea seja, a sua potencialidade não é integralmente explorada. Por conseguinte, vêm sendo desperdiçadas grandes possibilidades de melhorias sociais e econômicas, por meio de geração de emprego, renda, oferta alimentar e preservação do meio ambiente (3).

Consoante a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (4): “Secagem é a operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material”. A desidratação é vantajosa por aumentar a vida de prateleira do produto, concentrar valor nutritivo por causa da perda de água, promover facilidade no transporte e comercialização, reduzir perdas pós-colheita, além de ser um processo econômico.

Silva et al. (5) cita a secagem em camada de espuma (*foam-mat*) como destaque entre os métodos para obtenção de farinhas, por transformar alimentos líquidos ou semilíquidos em espumas com estabilidade por meio de uma rigorosa agitação e inclusão de aditivos espumantes para, logo em seguida, serem desidratados em estufa. Segundo Dieb et al. (6) ao compara-la com outros métodos de secagem, *foam-mat* possui vantagens no baixo custo para realização, possibilidades de se utilizar menores temperaturas e otimizar o tempo de operação.

Por definição da Anvisa (7), farinhas são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, obtido por meio de processos tecnológicos adequados considerados seguros para a produção de alimentos. A designação da farinha deve ser seguida do nome comum da espécie vegetal utilizada.

A aparência da farinha da palma forrageira, como bem define Castillo et al. (8), é um pó fino com pequenas partículas aglomeradas, de coloração verde claro e opaco, apresenta um cheiro intenso levemente picante no nariz, e também possui uma textura macia e aderente. Esse produto é de grande interesse nutricional por permitir a incorporação de fibras alimentares em formulações de receitas. Segundo Alves (9), a produção da farinha de palma forrageira é vantajosa por precisar de uma tecnologia de processamento simples e uma estrutura fabril pequena.

O objetivo desse projeto consistiu em avaliar o rendimento e caracterizar a palma em pó obtida por meio de secagem em camada de espuma (*foam-mat*).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Aquisição das matérias-primas e preparo para a secagem**

A palma forrageira da variedade sem espinhos foi adquirida de produtores locais. O aditivo emulsificante (Emulstab®) e o estabilizante (Super Liga Neutra) do comércio local. A palma forrageira foi lavada em água corrente para remoção de sujidades, e logo após, colocada em solução clorada a 200 ppm durante 10 minutos. Após isso, foram retirados os pequenos espinhos e a película que a envolve. Em seguida, cortou-se em cubos, foram trituradas em liquidificador industrial até obter consistência de polpa, sendo acondicionadas em embalagens plásticas bem vedadas e identificadas e armazenadas sob congelamento até o momento da secagem.

### **Testes preliminares**

Inicialmente, realizou-se testes preliminares. A princípio foi escolhida a porcentagem (1, 2 e 3%) do emulsificante e estabilizante a serem utilizadas. Com a quantidade dos aditivos definidos (2% de ambos), usou-se a batedeira planetária para realizar o teste da espuma, retirando uma amostra no intervalo de 15, 20 e 25 minutos.

Esse teste teve como objetivo determinar o tempo na batedeira, o qual foi escolhido a partir da consistência da emulsão, ou seja, uma espuma firme e que não escorra quando for levantada.

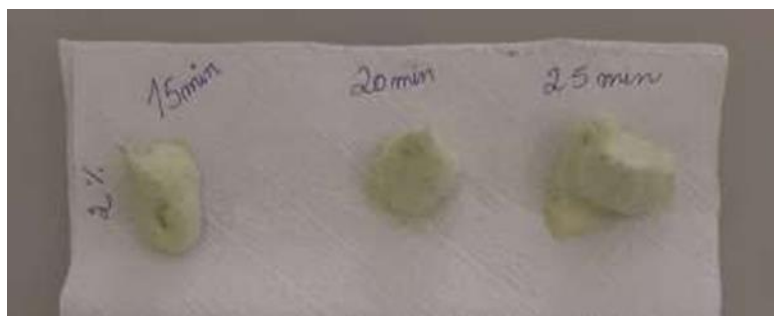


Figura 7 – Teste preliminar: tempo de batedeira

Após o teste realizado, a espuma foi colocada para secagem de 70°C, no entanto, observou-se que a mesma perdia a estabilidade.

Com o objetivo de manter a espuma mais estável, foi adicionado quantidades maiores de emulsificante e liga neutra, porém notou-se que quanto mais aumentava a quantidade de emulsificante e estabilizante, o produto final apresentava aspecto elástico indesejável. Devido a isso, o projeto seguiu com o percentual de 2% dos aditivos. Posteriormente, foi constatado que a estabilidade da espuma estava relacionada à temperatura utilizada na secagem. Quando utilizado temperaturas altas, de 70 °C, por exemplo, a espuma perdia a estabilidade.

#### **Obtenção da palma em pó pelo método de secagem em camada de espuma (*foam-mat*)**

Após ser definido as quantidades dos aditivos e do tempo na batedeira, o projeto foi encaminhado para a etapa 2, referente ao processo de secagem, realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1, o qual será Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Primeiramente, foi realizada a pesagem da polpa da palma, adicionando 2% do emulsificante e estabilizante, bateu-se em batedeira planetária durante 25 minutos, obtendo a característica de espuma e cor verde claro. Após esse tempo, a espuma de palma foi colocada em fôrmas retangulares, ajustando a espessura de acordo com o tratamento. O processo de secagem foi realizado em estufa de circulação de ar em triplicata.

Tabela 1 – Descrição do planejamento experimental <sup>2 3</sup>, totalizando 9 tratamentos, para o processo de secagem

Condições de secagem	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Espessura (cm)

1	-1 (50)	-1 (0,3)
2	+1 (70)	-1 (0,3)
3	0 (60)	-1 (0,3)
4	-1 (50)	0 (0,5)
5	+1 (70)	0 (0,5)
6	0 (60)	0 (0,5)
7	-1 (50)	+1 (0,7)
8	+1 (70)	+1 (0,7)
9	0 (60)	+1 (0,7)

### Caracterização físico-química e cálculo de rendimento

A caracterização físico-química da palma forrageira, foi realizada quanto ao teor de umidade, atividade de água, cinzas, lipídeos e proteínas.

A umidade foi determinada por gravimetria, após secagem da amostra, em estufa a 105 °C. A atividade de água (Aw) foi realizada por medidor de Aw digital Water Activity Meter Tester Analyzer WA-160A. As cinzas foram quantificadas por gravimetria após incineração completa da amostra em mufla a 550 °C. O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Folch et al. (10). Para o cálculo de proteína total foi utilizado o método Kjeldahl. Todas as análises foram realizadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (11).

O cálculo de rendimento foi realizado utilizando a equação 1:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa inicial (g)}}{\text{massa final (g)}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Rendimento e caracterização físico-química

Durante o desenvolvimento do projeto, foi observado alguns problemas de estabilização da espuma quando utilizado temperatura de 70 °C, pois a esta temperatura o pó ficava retido na fôrma, dificultando a retirada. Com relação ao rendimento, foi constatado variação de 7 a 10,8% (Tabela 2), considerado baixo, pois para uma produção de maior porte necessitará de uma quantidade grande de matéria-prima, podendo encarecer o processo de produção e, conseqüentemente o produto.

Tabela 2 – Rendimento da palma em pó em diferentes temperaturas e espessuras

Tratamentos	Rendimento (%)
T1 (50 ° e 0,3 cm)	8,8
T2 (70 ° e 0,3 cm)	8,9
T3 (60 ° e 0,3 cm)	8,3
T4 (50 ° e 0,5 cm)	9,4



T5 (70 ° e 0,5 cm)	8,2
T6 (60 ° e 0,5 cm)	8,3
T7 (50 ° e 0,7 cm)	10,8
T8 (60 ° e 0,7 cm)	7,0
T9 (70 ° e 0,7 cm)	9,0

A atividade de água das palmas em pó manteve-se abaixo de 0,60 (Tabela 3), ao qual é importante, uma vez que os microrganismos requerem  $A_w$  acima deste valor para se desenvolverem, o que favorece o armazenamento do produto. Além disso, o teor de água está de acordo com o definido pela legislação de farinhas, que é abaixo de 15% (7).

Tabela 3 – Média e desvio padrão da atividade de água, umidade e cinzas da palma em pó

Tratamento	Atividade de água		Umidade (%)		Cinzas (%)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
T1 (50 ° e 0,3 cm)	0,54	0,01	11,42	0,15	9,48	0,19
T2 (70 ° e 0,3 cm)	0,50	0,01	11,13	0,18	15,99	6,42
T3 (60 ° e 0,3 cm)	0,48	0,00	13,14	0,32	11,71	0,09
T4 (50 ° e 0,5 cm)	0,51	0,00	12,07	0,37	11,52	0,13
T5 (70 ° e 0,5 cm)	0,49	0,00	11,87	0,52	11,27	0,19
T6 (60 ° e 0,5 cm)	0,48	0,00	12,07	0,35	7,77	0,42
T7 (50 ° e 0,7 cm)	0,48	0,00	12,14	0,41	9,91	0,14
T8 (60 ° e 0,7 cm)	0,50	0,00	11,81	0,29	11,80	0,05
T9 (70 ° e 0,7 cm)	0,49	0,00	11,40	0,34	9,39	0,25

Com relação ao teor de proteína (Tabela 4) foi observado valores de 5,73 a 7,70%, maiores aos encontrados por Tosto *et al.* (12). Quanto aos lipídios (Tabela 4), a média foi de 14,43 a 26,25%, sendo mais elevados que os encontrados por Tosto *et al.* (12) e Alves (9). Isso se deve à adição do emulsificante e da liga neutra, que são compostos de mono e diglicerídios.

Tabela 4 – Média e desvio padrão do teor de proteína e lipídios da palma em pó

Tratamento	Proteína (%)		Lipídios (%)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
T1 (50 ° e 0,3 cm)	7,46	0,09	18,15	0,79
T2 (70 ° e 0,3 cm)	7,43	0,10	19,68	0,31
T3 (60 ° e 0,3 cm)	7,70	0,09	18,83	0,21
T4 (50 ° e 0,5 cm)	6,97	0,19	21,23	0,08
T5 (70 ° e 0,5 cm)	7,05	0,17	26,25	0,39

T6 (60 ° e 0,5 cm)	7,28	0,21	24,59	0,19
T7 (50 ° e 0,7 cm)	5,73	0,02	18,15	0,07
T8 (60 ° e 0,7 cm)	7,12	0,23	21,95	0,25
T9 (70 ° e 0,7 cm)	6,01	0,30	14,43	0,15

## CONCLUSÕES

O processo de secagem por camada de espuma (*foam-mat*) apresentou grandes vantagens quando utilizado para a obtenção de palma em pó, em temperaturas mais amenas. Quando utilizado em temperaturas altas, ocorreu a desestabilização da espuma.

Foi observado baixo rendimento da palma em pó, sendo o maior valor obtido para a menor temperatura (50 °C) e maior espessura (0,7 cm), destacando-se como o melhor tratamento para a obtenção deste produto.

Todos os tratamentos apresentaram atividade de água (*Aw*) abaixo de 0,60, fator importante para impedir o desenvolvimento microbiano. Quanto ao teor de proteína obteve-se valores de 5,73 a 7,70%, e 14,43 a 26,25% para lipídeos, devido aos aditivos empregados no processo de secagem, que possuem em sua composição mono e diglicerídeos.

## REFERÊNCIAS

1. Araújo LF, Oliveira LSC, Neto AP, Alsina OLS, Silva FLH. Equilíbrio higroscópico da palma forrageira: Relação com a umidade ótima para fermentação sólida a umidade ótima para fermentação sólida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. 2005; 9(3):379-384. Acesso em: 28 abr. 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/NRyr5gWswVXqyJRg754crGx/?format=pdf&lang=pt>.
2. Almeida RF. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semiárido brasileiro. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró. 2012;7 (4): 8-14. Acesso em: 3 jun. 2023. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7422236>.
3. Chiacchio FPB, Mesquita AS, Santos JR. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o semi-árido baiano. Bahia Agrícola. 2006;7(3):39-49. Acesso em: 03 jun. 2023. Disponível em: [http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03\\_v7n3.pdf](http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03_v7n3.pdf).
4. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Princípios de Secagem de Alimentos. 1º. ed. Planaltina: Embrapa. 2010. ISBN ISSN online 2176-5081. Acesso em: 5 jun. 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883845/1/doc276.pdf>.
5. Silva AS, Gurjão KC O, Almeida, FAC, Bruno RLA, Pereira WE. Desidratação de polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. Ciência e Agrotecnologia.

- 2008;32(s.n):1899-1905. Acesso em: 05 jun. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000600032>.
6. Dieb JT, Gurgel CM, Dantas TP, Medeiros M de F D de. SECAGEM DA POLPA DE GRAVIOLA PELO PROCESSO FOAM-MAT E AVALIAÇÃO SENSORIAL DO PRODUTO OBTIDO. REVISTA TECNOLOGIA & INFORMAÇÃO, Natal. 2015; 2(2): 24-31. Acesso em: 5 jun. 2023. Disponível em: <https://repositorio.unp.br/index.php/tecinfo/article/view/1157/766>.
  7. Brasil. Resolução RDC nº 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Acesso em: 22 set. 2023. Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html).
  8. Castillo SF, Estrada L, Margalef MI, Tóffoli SL. Obtención de harina de nopal y formulación de alfajores de alto contenido en fibra. Dieta (B. Aires). 2013; 31(142):20-26. Acesso em: 12 jun. 2023. Disponível em: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1852-73372013000100003](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-73372013000100003).
  9. Alves SA. AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DA FARINHA DA PALMA FORRAGEIRA (Opuntia ficus-indica) EM PÃO DE FORMA. Orientador: Profa. Dra. Patrícia B. Lessa Constant. 2019. 86 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE, São Cristóvão; 2019. Acesso em: 5 jun. 2023. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16159/2/SIMONE\\_ANDRADE\\_ALVES.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/16159/2/SIMONE_ANDRADE_ALVES.pdf).
  10. Folch J, Lees M, Sloane SGH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J Biol Chem. 1957;226(1):497-509. PMID: 13428781.
  11. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo; 2008.
  12. Tosto MSL, Araújo GGL, Oliveira RL, Bagaldo AR, Dantas FR, Menezes DR, Chagas ECO. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. Rev. Bras. Saúde Prod. 2007; 8 (3): 239-249. Acesso em: 25 set. 2023. Disponível em: <https://repositoriodev.ufba.br/bitstream/ri/1936/1/782-3075-2-PB.pdf>.

## ANÁLISE COMPARATIVA DA PROTEÍNA BRUTA: FONTES PROTEICAS SUSTENTÁVEIS VERSUS CONVENCIONAIS

Liciane Oliveira da Rosa \*; Karine Fonseca de Souza ; Isadora Rasera Silveira ; Laiê Rodrigues Porto Ferreira ; Rubiane Buchweitz Fick ; Érico Kunde Corrêa ; Álvaro Renato Guerra Dias 

\*Autor correspondente – Email: [licianecienciasambientais@gmail.com](mailto:licianecienciasambientais@gmail.com)

**Resumo:** A introdução de invertebrados terrestres como novas fontes alimentares inovadoras, incluindo as minhocas, abre possibilidades interessantes. Embora a pesquisa sobre o consumo humano de minhocas seja limitada, a farinha de minhoca, com seu alto teor de proteína bruta, emerge como uma alternativa promissora para atender à crescente demanda por proteínas. Este estudo teve como objetivo avaliar o teor de proteína bruta na farinha de minhoca em comparação com outras fontes convencionais de proteína. A metodologia envolveu a produção da farinha e a determinação do teor proteico, além de pesquisa bibliográfica. Os resultados revelaram que a farinha de minhoca possui 61% de proteína bruta, superando as fontes animais e vegetais analisados. Conclui-se que a farinha de minhoca é uma promissora fonte de proteína animal, oferecendo uma alternativa sustentável e nutritiva. Sua incorporação em alimentos como bolachas e pães pode ser uma estratégia inovadora para aumentar o teor proteico desses produtos, atendendo às necessidades nutricionais de forma eficaz. Portanto, é evidente a necessidade de realizar mais pesquisas para explorar completamente o potencial da farinha de minhoca na alimentação humana.

**Palavras-chaves:** proteína bruta; fontes de proteína; análise de proteína.

**Abstract:** The introduction of terrestrial invertebrates as new innovative food sources, including earthworms, opens up interesting possibilities. Although research on human consumption of earthworms is limited, earthworm flour, with its high crude protein content, emerges as a promising alternative to meet the growing demand for proteins. This study aimed to evaluate the crude protein content in earthworm flour compared to other conventional protein sources. The methodology involved the production of the flour and the determination of protein content, as well as literature research. The results revealed that earthworm flour contains 61% crude protein, surpassing the analyzed animal and vegetable sources. It is concluded that earthworm flour is a promising source of animal protein, offering a sustainable and nutritious alternative. Its incorporation into foods such as biscuits and breads may be an innovative strategy to increase the protein content of these products, effectively meeting nutritional needs. Therefore, there is a clear need for further research to fully explore the potential of earthworm flour in human nutrition.

**Keywords:** crude protein; protein sources; protein analysis.

## INTRODUÇÃO

Estima-se que, até 2050, o crescimento populacional aumentará a demanda global de alimentos, principalmente de proteína animal, em até 70% em comparação com a demanda atual. Levando isso em consideração, a produção de alimentos terá que dobrar; no entanto, fatores podem limitar isso, como a diminuição na área de terras agrícolas e uma redução nos recursos de água doce causando impactos ambientais e sociais irreversíveis (1).

A população global em expansão, juntamente com mudanças socioeconômicas e dependência de proteínas alimentares com ramificações ambientais (altas emissões de gases de efeito estufa, uso de água e terra) estão criando uma tempestade perfeita no que diz respeito à garantia de futuros suprimentos de proteínas (2). Por estas razões, as proteínas sustentáveis fornecem uma solução para atender às crescentes demandas proteicas dentro dos limites ambientais e sociais. (3).

Portanto, é necessário incorporar uma dieta sustentável na dieta ocidental. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO, as dietas sustentáveis são descritas como aquelas de baixo impacto ambiental, que contribuem para a segurança alimentar e a sustentabilidade (4). As dietas sustentáveis respeitam a biodiversidade e os ecossistemas, são aceitas, de baixo custo, acessíveis, seguras e saudáveis, contribuindo para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas - ONU. Ela promove a segurança alimentar - ODS 2, a saúde - ODS 3 e padrões de consumo responsáveis - ODS 12, reduzindo emissões de gases de efeito estufa - ODS 13, preservando ecossistemas - ODS 14 e 15 (4).

Em janeiro de 2018, o Regulamento Europeu sobre novos alimentos (2015/2283 – Artigo 3) entrou em vigor em todos os países europeus, trazendo novos alimentos e ingredientes. Entre eles estão os invertebrados terrestres (por exemplo, insetos e minhocas). Na literatura, são encontradas diversas obras relacionadas à fabricação e uso de alimentos com a minhoca para alimentação de diferentes animais; no entanto, no que dizem respeito ao consumo humano, poucas pesquisas têm sido realizadas.

Atualmente, a demanda global por proteínas está aumentando, com cada vez mais pessoas desejando incluir proteína animal em sua dieta. Essa necessidade de novos produtos alimentares está baseada em dois aspectos específicos: o crescimento da população humana, com mais de 821 milhões de pessoas ainda sem acesso regular à alimentação adequada; e, ao mesmo tempo, a procura por novas fontes de proteína animal, que são as mais limitantes e caras em termos de recursos (5).

Tradicionalmente, é costume usar minhocas em processo de vermicompostagem, isca de pesca, biorremediação, análise toxicológica e ração para diversos animais. No entanto, nos últimos anos, a cultura de minhocas como fonte de proteínas, substituindo a farinha de soja e milho em escala comercial vem ganhando o mundo, podendo ser valorizada para consumo humano. A minhoca é rica em nutrientes e têm sido consumidas ao redor do mundo há milhares de anos, em formas como farinha, sopas e receitas de assados e doces. Além de

ser uma excelente fonte de proteína, a minhoca também é rica em vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais (6).

A minhoca, quando processada em forma de farinha, possui alto teor de proteína bruta em matéria seca, alcançando valores similares ou superiores às proteínas convencionais (5). Ademais, a farinha tem a propriedade de fortalecer músculos e ossos sem promover ganho de peso ou acumulação de colesterol (5). Há também diferentes estudos realizados com a minhoca das espécies *Eisenia fetida* que relataram que o teor de aminoácidos essenciais e não essenciais foi superior ao recomendado pela FAO (6 e 7).

Além disso, a produção de farinha de minhoca não causa impacto ambiental quando comparado com a produção convencional de carne, uma vez que as minhocas podem ser criadas em ambientes controlados de baixo custo e alta eficácia exigindo menos recursos, como a água e terra (7).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o teor de proteína bruta presente na farinha de minhoca em comparação a outras proteínas convencionais de origem vegetal e animal.

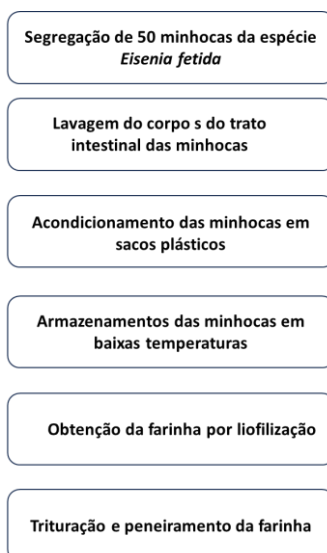
## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Produção da Farinha**

A metodologia que foi aplicada na obtenção da farinha foi baseada no estudo de Tedesco et al. (2020) (Figura 1). Primeiramente, 50 minhocas da espécie *Eisenia fetida* adultas (cliteladas) foram selecionadas e separadas do ambiente de criação de forma manual. Em seguida, as minhocas foram submetidas a um procedimento de limpeza, que consistiu em lavagens repetidas com água destilada para a remoção de partículas residuais da superfície corporal.

Posteriormente, elas foram imersas em água destilada por duas (2) horas para permitir a excreção do conteúdo intestinal e em seguida, colocado sobre papel para retirar o excesso de água. As minhocas foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a em baixas temperaturas para induzir o estado de repouso. A farinha de minhoca foi obtida através do processo de liofilização e, posteriormente, triturada e peneirada manualmente.





**Figura 1:** Etapas do processamento da farinha de minhoca

### Teor de Proteína Bruta

Primeiro, o teor de nitrogênio total foi determinado usando o método *Kjeldahl* (8). Em seguida, a quantidade de proteína bruta (PB) foi obtida multiplicando o teor de nitrogênio total pelo fator de conversão (6,25). Essa análise foi realizada em triplicata (8).

### Pesquisa bibliográfica

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura para identificar estudos que forneçam dados sobre a análise de proteína bruta, semelhante à realizada no presente trabalho, em fontes de proteína vegetal e animal. Os trabalhos relacionados ao tema foram buscados por meio de pesquisas nas plataformas Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, *Scielo*, *Science Direct* e *PubMed*. As palavras-chave utilizadas incluíram 'proteína bruta', 'fontes de proteína', 'análise de proteína', entre outras. A exclusão de artigos foi realizada com base em critérios pré-definidos, como falta de relevância para o escopo do estudo, duplicidade e falta de dados essenciais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo estão apresentados na Tabela 1. Foram identificados 12 artigos que analisaram o teor de proteína bruta, abrangendo fontes tanto de origem animal quanto vegetal, utilizando o método de conversão 6,25.

**Tabela 1:** Valores de PB da farinha de minhoca e proteínas animal e vegetal.

<b>Alimentos origem animal</b>	<b>*PB%</b>	<b>Fonte</b>
<b>Farinha de minhoca</b>	<b>61,0</b>	<b>Presente trabalho</b>
Farinha de carne e ossos	56,14	Eyng et al., (2001) (9)
Carne bovina (cru)	30,0	Angelidis et al., (2021) (10)
Carne de frango (cozido)	19,0	Sopian et al., (2020) (11)
Ovo de galinha	12,9	Zhenjun et al., (2017) (12)
Leite de vaca cru	3,5	Zhenjun et al., (2017) (12)

<b>Alimentos origem vegetal</b>	<b>PB (%)</b>	<b>Fonte</b>
<b>Farinha de minhoca</b>	<b>61,0</b>	<b>Presente trabalho</b>
Farinha de soja	35-37	Silva et al., (2012) (13)
Soja (semente de soja)	35-40	Silva et al., (2012) (13)
Lentilha	23-30	Senthilkumaran et al., (2022) (14)
Amendoim	25-28	Senthilkumaran et al., (2022) (14)
Feijão	20-25	Titze et al., (2021) (15)
Grão-de-bico	19-22	Khan et al., (1995) (16)
Ervilha	23-27	Titze et al., (2021) (15)

Conforme demonstrado na Tabela 1, a porcentagem de proteína bruta na farinha de minhoca (61%) foi superior aos alimentos de origem animal e vegetal neste estudo. Em segundo lugar, encontra-se a farinha de carne e ossos (56,14%), seguida da carne bovina (30%). Quanto à comparação dos teores de proteína bruta de origem vegetal, observou-se que a farinha de minhoca apresentou um valor superior, seguida pela farinha de soja, que variou entre 35% e 37%.

O resultado obtido é similar ao estudo de Tedesco et al. (2020), no qual foi analisada a proteína bruta da farinha de minhoca da espécie *Eisenia fetida*, revelando um teor de 63%. A alta porcentagem de PB na farinha de minhoca está relacionada a diversos fatores. O primeiro deles está ligado à necessidade das minhocas de obterem proteínas para a manutenção de seus tecidos. Outro fator diz respeito ao teor de umidade; alimentos com baixa umidade tendem a ter uma maior porcentagem de PB (6). A umidade da farinha de minhoca geralmente varia entre 8% e 10%. (TEDESCO et al., 2020).

Conforme CAYOT et al., (2009) a farinha pode ser utilizada com o propósito de aumentar o teor de proteína nos alimentos, tornando-os apropriados para recuperação nutricional ou prevenção de doenças nutricionais que afetam a população. Portanto, é crucial ressaltar que, além da quantidade de PB, outras análises nutricionais necessitam de consideração, tais como a composição de aminoácidos e a digestibilidade. Estes constituem fatores significativos que requerem avaliação (6).

## CONCLUSÃO







Em suma, a farinha de minhoca representa uma promissora fonte de proteína animal, oferecendo uma solução viável para as demandas crescentes de alimentos em um mundo em rápida expansão populacional. É crucial que sua inclusão na cadeia alimentar seja cuidadosamente estudada, priorizando a segurança alimentar e a saúde pública. Além disso, seu potencial para contribuir para a sustentabilidade e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável não pode ser subestimado. Portanto, é imperativo continuar realizando pesquisas relevantes para garantir que esse recurso seja aproveitado de maneira eficaz e responsável. Incorporar a farinha de minhoca em produtos alimentícios como bolachas e pães pode ser uma maneira eficaz de diversificar e enriquecer a oferta de alimentos, proporcionando benefícios nutricionais adicionais para a população.

## Referências Bibliográficas

1. Garczyńska M, Kostecka J, Paczka G, Mazur-Pączka A, Cebulak T, Butt K R. Chemical Composition of Earthworm (*Dendrobaena veneta* Rosa) Biomass Is Suitable as an Alternative Protein Source. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*. 2023; 20:4-3108.
2. Chen C, Chaudhary A, Mathys A. Dietary Change Scenarios and Implications for Environmental, Nutrition, Human Health and Economic Dimensions of Food Sustainability. *Nutrients*. 2019; 11:4 - 856.
3. Derbyshire E J, Theobald H, Wall B T, Stephens F. Food for our future: the nutritional science behind the sustainable fungal protein mycoprotein. a symposium review. ***Journal Of Nutritional Science***. 2023; 12 - 1-6.
4. Organização das nações unidas para a alimentação e a agricultura. Relatório da ONU destaca impactos da pandemia no aumento da fome no mundo. 2021. [Acesso em 16 de ago 2023]. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1415747/>
5. Cayot N, Cayot P, Bou-Maroun, E. Laboure, H.. Physico-chemical characterisation of a non-conventional food protein source from earthworms and sensory impact inarepas. ***International Journal Of Food Science & Technology***. 2009; 44:11 - 2303-2313.
6. Tedesco D. E. A.; Castrica M, Tava A, Panseri S, Balzaretto C. M. From a Food Safety Prospective: the role of earthworms as food and feed in assuring food security and in valuing food waste. ***Insects***. 2020; 11:5 – 293.
7. Russo V, Songa G, Marin L. E. M, Balzaretto C. M, Tedesco D. E. A. Novel Food-Based Product Communication: a neurophysiological study. *Nutrients*. 2020; 12:7 - 2092.
8. Nduko, M, Maina, R. W.; Muchina, R. K.; Kibitok, K.. Application of chia (*Salvia hispanica*) seeds as a functional component in the fortification of pineapple jam. *Food Science & Nutrition*, [S.L.], v. 6, n. 8, p. 2344-2349, 16 out. 2018.
9. Boulos, S, Tännler, A, Nyström, L. Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *t. molitor*, *a. domesticus*, and *l. migratoria*. ***Frontiers In Nutrition***. 2020; 7 - 12-20.
10. Eyng C, Nunes C, Nunes R, Santiago H, Albino L, Vieites F Pozza, P. Composição química, valores energéticos e digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de carne e ossos e de peixe para aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2001; 40:3 - 575-580.

11. Angelidis Angelos E, Crompton Les, Misselbrook Tom, Yan Tianhai, Reynolds Christopher K, Stergiadis S. Equations to predict nitrogen outputs in manure, urine and faeces from beef cattle fed diets with contrasting crude protein concentration. *Journal Of Environmental Management*. 2021; 295 - 113074.
12. Sopian Y, Wattanachant C, Wattanasit S. Carcass Characteristics and Meat Quality of Betong Chicken Fed with Diets Supplemented with Crude Glycerin. *Journal Of Poultry Science*. 2020; 4:57 - 291-296.
13. Silva L, Costa P, Nomiya G, Souza I, Chang Y. Caracterização físico-química e tecnológica da farinha de soja integral fermentada com *Aspergillus oryzae*. *Brazilian Journal Of Food Technology*. 2012; 15:4 - 300-306.
14. Senthilkumaran A, Babaei-Ghazvini A, Nickerson M, Acharya B. Comparison of Protein Content, Availability, and Different Properties of Plant Protein Sources with Their Application in Packaging. *Polymers*2022; 14:5 – 1065.
15. Titze N, Krieg J, Steingass H, Rodehutsord M. In situ crude protein and starch degradation and in vitro evaluation of pea grains for ruminants. *Archives Of Animal Nutrition*. 2021; 75:6 - 422-434.
16. Khan M. Akmal, Akhtar N, Ullah, I, Jaffery, S. Nutritional evaluation of desi and kabuli chickpeas and their products commonly consumed in Pakistan. *International Journal Of Food Sciences And Nutrition*. 1995; 46:3 - 215-223.

## AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE REFRIGERAÇÃO NO PERÍODO DE MATURAÇÃO DO QUEIJO MINAS ARTESANAL DA CANASTRA

Yslan Santos Silva \*; Sônia de Oliveira Duque Paciulli ; Michelle Carlota Gonçalves ; Marcus Tulio Cunha dos Santos Filho ; Mateus Vinícius Carvalho Simões ; Talita Gomes da Costa 

*\*Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMG Campus Bambuí – Email: yslansss@gmail.com*

**Resumo:** O Queijo Minas Artesanal (QMA) é amplamente produzido no estado de Minas Gerais, responsável pela economia, identidade e reconhecimento de famílias e pequenos produtores. A região da Canastra apresenta um clima subtropical, sendo este um dos fatores extrínsecos responsáveis pela característica específica do Queijo Minas Artesanal da Canastra (QMAC). Os QMAC não podem ser maturados em condições de refrigeração, pois a legislação vigente, só aceita a maturação realizada em condição ambiente e comercializado aos 14 dias de maturação, como uma das garantias de sanidade. Este estudo objetivou explorar a influência da temperatura durante a maturação do Queijo Minas Artesanal da Canastra, observando possíveis alterações físico-químicas e de textura ao longo do período de 21 dias. Para a realização do estudo, 32 peças de queijo foram produzidas na fazenda Prata e Cravo, 16 peças de queijo maturaram em temperatura ambiente e as outras 16 peças durante ficaram 7 dias na geladeira, após o 7º dia as 16 peças foram levadas até a sala de maturação, ambos os lotes maturaram durante 21 dias na fazenda proporcionando características reais de maturação. Os parâmetros avaliados foram acidez, pH, índice de profundidade e extensão da maturação, cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e parâmetros de textura como mastigabilidade, coesividade e elasticidade. Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) em todos os parâmetros avaliados ao longo do período de maturação, observou-se que a temperatura apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) quando compara-se os dois lotes estudados, sugerindo que a inexistência do controle da temperatura ao longo da maturação proporciona alterações nas características sensoriais e de textura do QMAC.

**Palavras-chave:** maturação do queijo minas artesanal; parâmetros colorimétricos; refrigeração; textura.

### INTRODUÇÃO

O Queijo Minas Artesanal (QMA) tem uma longa história e é uma parte importante da cultura alimentar brasileira sendo reconhecido pelo destaque em sua atividade econômica, estabelecendo-se como um vínculo intrínseco à identidade cultural e territorial. É considerado um dos queijos mais apreciados e consumidos pelos brasileiros, tendo o seu

início produtivo com a chegada dos portugueses em Minas Gerais no século XVIII, que foram responsáveis por replicar suas técnicas originárias da Serra da Estrela em Portugal, passando por diversas modificações (1). O estado de Minas Gerais é nomeado como o estado de maior produção, com a incrível representatividade de aproximadamente 25% da produção total do país, e sendo boa parte desta porcentagem consumida internamente pela população brasileira (2,3). Na fabricação de queijos, a variedade Minas Artesanal se destaca, e sua singularidade reside nas características sensoriais que são desenvolvidas durante o processo de maturação, proporcionando sabor, aroma e textura distintos (4).

A elaboração do tradicional Queijo Minas Artesanal da Canastra (QMAC), bem como de outras variedades do QMA, fundamenta-se na adição do “pingo” ao leite recém-ordenhado. O “pingo” é um soro obtido da produção de queijos do dia anterior e é adicionado ao leite cru no momento da fabricação para direcionar a fermentação (5). Após a adição do “pingo”, a fabricação do QMAC segue etapas padrão, como a adição de coalho, a agitação, a remoção do soro, a prensagem manual, a moldagem e a salga seca. Posteriormente, os queijos são desmoldados, sua superfície é ralada, lixada e lavada para remover imperfeições. Em seguida, o queijo passa para a maturação, considerada por muitos autores como a etapa final, em que é realizada em uma sala própria e em condições ambientais específicas (6).

A maturação é uma etapa importante para a produção do QMA, na qual se adquire características típicas de textura, cor e aroma. O tempo mínimo de maturação depende das condições regionais. A região da Canastra, responsável pelo Queijo Minas Artesanal da Canastra, possui um tempo mínimo estabelecido de 14 dias, em função da garantia da qualidade higiênico-sanitária do produto. Vários agentes são responsáveis e estão envolvidos nos processos bioquímicos ocorridos durante a maturação, como: as enzimas naturais do leite, enzimas originárias do coagulante e enzimas de origem microbiana (7).

Acompanhar a evolução da maturação é de grande importância na elaboração dos diversos tipos de queijos, pois fornece controle e qualidade. Além disso, proporciona ao consumidor diversas sensações e sabores, resultando em fidelidade e interesse para o consumo de outras variedades do queijo tipo artesanal (8).

Conforme Fuka et. al. (9), os microrganismos existentes no leite desempenham um papel crucial em várias reações químicas, sendo fundamentais para conferir características específicas ao produto final, que é o queijo maturado. Além disso, os fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa do ar, composição atmosférica, pH, índice de maturação, entre outros, também são determinantes.

Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da temperatura ambiente (25°C) e refrigerada (7°C) durante a maturação do Queijo Minas Artesanal da Canastra, observando as alterações físico-químicas (acidez, pH, índice de extensão, profundidade de maturação e cor) e de textura ao longo do período de avaliação de 21 dias.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Produção e logística dos queijos**

Foram produzidas 32 peças de queijos na Fazenda Prata e Cravo, localizada na cidade de Medeiros-MG, e que seguiram as etapas descritas por Ferraz (5), sendo elas: filtração do leite, adição de “pingo” e coalho, coagulação, corte da coalhada, mexedura, dessoragem, enformagem, prensagem manual, salga seca e maturação. As coletas foram



realizadas durante o período de junho e julho do ano de 2023, com os queijos permanecendo maturando na fazenda e fornecendo dados reais da etapa de maturação. Os mesmos foram transportados em caixas de isopor com gelo seco desde a fazenda até o Laboratório de Qualidade de Água do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, onde foram realizadas as análises físico-químicas. Ao chegarem, dos queijos uma fatia triangular das amostras (400 gramas) era retirada e acondicionada em sacos plásticos, vedadas e transportadas com gelo seco até o Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA) para a análise de textura.

### **Divisão dos lotes**

As 32 peças de queijos produzidas foram divididas em dois lotes, sendo 16 peças de queijo codificadas como “queijo maturado (QMAT)”, em que os queijos permaneceram na sala de maturação em temperatura ambiente (25°C), e “queijo refrigerado (QREF)” armazenados na geladeira em temperatura de refrigeração (7°C).

### **Análises físico-químicas**

#### **Determinação de acidez**

Em um recipiente de 150 mL, foram pesados aproximadamente 10 gramas da amostra previamente triturada. Em seguida, 50 mL de água morna, isenta de CO<sub>2</sub> e a 40°C, foram adicionados ao recipiente. Utilizando um bastão de vidro, a amostra triturada foi agitada até atingir completa homogeneização. O volume foi posteriormente completado com água destilada. Após essa etapa, uma porção de 50 mL da mistura preparada foi transferida para outro recipiente. Neste recipiente, foram acrescentadas 10 gotas da solução de fenolftaleína a 1%, e a análise foi concluída através de titulação, utilizando uma solução de NaOH 0,1N, até que ocorresse uma mudança perceptível na coloração (10).

#### **Determinação de pH**

As análises de pH foram realizadas em triplicatas. Após concluir o processo de calibração, aproximadamente 20 mL de água destilada foram adicionadas a um béquer de 50 mL. Em seguida, uma quantidade adequada da amostra previamente triturada foi incorporada, sendo cuidadosamente misturada com um bastão de vidro até alcançar uma pasta homogênea. A etapa final consistiu na inserção do pHmetro na pasta formada (10).

#### **Determinação do Índice de extensão, profundidade de maturação e nitrogênio total**

A avaliação do índice de extensão e profundidade de maturação dos queijos analisados deu-se através da coleta de dados relativos ao teor de nitrogênio total, nitrogênio solúvel em pH 4,6 e nitrogênio solúvel em ácido Tricloroacético, conforme a metodologia 991.21 da AOAC, em triplicata (11).

As amostras (cujas massas foram padronizadas em 100g) foram cortadas e processadas em um *mixer*, obtendo-se uma massa homogênea, sendo esta posteriormente separada para realização das análises. Após limpeza completa do *mixer*, foram adicionados 10 g da massa processada; 80 mL de água destilada a uma temperatura de 42°C e 40 mL de

uma solução de citrato de sódio a 0,5 mol/L (NEON; SUZANO SP). A mistura foi cuidadosamente homogeneizada por 5 minutos, evitando a formação de espuma. A pasta resultante foi transferida para um balão volumétrico de 200 mL, sendo realizadas várias rinsagens no *mixer* de modo a assegurar a utilização total da pasta, até atingir o volume necessário, e a suspensão foi resfriada até atingir a temperatura de 20 °C.

Resfriada a suspensão, procedeu-se à determinação do nitrogênio solúvel em ácido Tricloroacético a 12%. Mediu-se 50 mL da suspensão armazenada no balão volumétrico e transferiu-se para um béquer de 250 mL. Adicionou-se, a seguir, 50 mL de ácido Tricloroacético a 24 % (m/v) (SYNTH, Brasil). Após 15 minutos, ocorreu a precipitação do queijo, sendo a suspensão resultante filtrada em papel filtro para um *Erlenmeyer*.

Para determinação do nitrogênio solúvel em pH 4,6 mediu-se 100 mL da suspensão armazenada no balão volumétrico e transferiu-se para um béquer de 250 mL. Neste, adicionou-se 10 mL de ácido clorídrico a 1,41 mol/L. Após 5 minutos, foram acrescentados 15 mL de água destilada ao béquer, e a solução resultante foi filtrada em papel filtro para um *Erlenmeyer*.

Para determinação do nitrogênio total, utilizou-se 50 mL da suspensão inicial. O filtrado resultante do tratamento com ácido Tricloroacético a 12%; do nitrogênio solúvel em pH 4,6 e a suspensão inicial foram submetidos à análise de nitrogênio pelo método de *micro Kjeldahl*. A evolução da maturação, foi avaliada com base nos índices de extensão (IEP) e a profundidade de proteólise (IPP), conforme equações descritas abaixo, respectivamente:

$$IEP = \left( \frac{NITROGÊNIO\ SOLÚVEL_{TCA12\%}(\%)}{NITROGÊNIO\ TOTAL\ (\%)} \right) \times 100 \quad (15)$$

$$IPP = \left( \frac{NITROGÊNIO\ SOLÚVEL_{pH4,6}(\%)}{NITROGÊNIO\ TOTAL\ (\%)} \right) \times 100 \quad (15)$$

### Determinação da textura

As determinações reológicas das amostras dos queijos analisados foram conduzidas no Laboratório do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. O perfil de textura foi avaliado por meio de um texturômetro *Stable Micro Systems* Modelo TA-XT2i (GODALMING, Inglaterra), utilizando uma sonda cilíndrica de aço inoxidável de fundo chato (6 mm), a uma distância de 10 cm e velocidades de pré-testes, teste e pós-testes de 1,1 e 2 mm/s, respectivamente.

Cilindros de queijo, com 18 mm de diâmetro e 20 mm de altura, foram acondicionados em sacos de polietileno e colocados dentro de uma caixa isotérmica contendo gelo por um período de duas horas, conforme procedimento descrito por Moreira (12). Posteriormente, os queijos foram submetidos ao teste de dupla compressão dos cilindros para obtenção do perfil de textura.

Os ensaios foram conduzidos sob condições específicas, utilizando o método de Análise do Perfil de Textura (TPA). A velocidade do teste foi fixada em 1,0 mm/s; a distância de compressão foi de 10 mm, correspondendo a 50% de compressão; a força de contato foi mantida em 5,0 g, e o probe utilizado foi um cilindro de alumínio com 35 mm de diâmetro, conforme protocolo estabelecido por Moreira (12). Cada amostra foi submetida a 10 repetições e o perfil de textura foi obtido para todos os tempos de maturação analisados. Os parâmetros analisados incluíram coesividade, gomosidade, mastigabilidade e elasticidade.

## Determinação da Colorimetria

A análise de Colorimetria ocorreu no Laboratório de Água e Leite do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí. Utilizou-se o equipamento TEC60CP para realização das análises. Foram coletados valores da colorimetria da casca e do centro dos queijos analisados nas duas temperaturas observadas. Foram obtidos valores da luminosidade ( $L^*$ ), variando de 0 a 100 informando as cores preto e branco; da intensidade de vermelho/verde ( $a^*$ ) (+/-); da intensidade do amarelo/azul ( $b^*$ ) (+/-) e da saturação ( $C^*$ ) (13).

## Análise estatísticas

O experimento foi realizado em esquema fatorial com dois fatores, empregando o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os fatores analisados foram as temperaturas de maturação (temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ) e refrigerada ( $7^{\circ}\text{C}$ )), com dois níveis, o lote, e com quatro níveis, representando 0, 7, 14 e 21 dias, tratando-se do período de maturação do queijo. Os parâmetros (pH, acidez, cor, textura, índice de profundidade e extensão da maturação) foram analisados em decorrência da maturação em temperaturas diferentes ao longo do tempo, com objetivo de verificar interações entre os fatores.

Os dados obtidos foram analisados utilizando o programa estatístico SISVAR, versão 5.6 (14), por análise de variância ANOVA, seguido por teste de comparação de médias ou regressão linear, quando necessário (nível de significância 5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análises físico-químicas

#### Evolução da acidez ao longo do período de maturação

A Tabela 1 apresenta os resultados de acidez ao longo do período de maturação, enquanto a Figura 1 apresenta uma demonstração gráfica destes resultados.

Através da análise da Figura 1, os resultados de acidez ao longo do período de maturação mostraram um aumento nos valores de acidez em ambos os tratamentos na primeira semana de maturação, com redução gradativa até o 14º dia. No 7º e 21º dia de maturação, houve uma diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para acidez entre as duas condições de armazenamento (conforme Tabela 1). A acidez titulável é responsável pela quantificação do teor de ácido lático produzido pelas bactérias lácticas (BAL's). Os queijos mantidos à temperatura ambiente obtiveram acidez de 10% superior àquela obtida no queijo mantido sob temperatura de refrigeração no 7º dia de maturação.

Tabela 1 - Valores do índice de acidez titulável em amostras de QMAC em temperatura ambiente e refrigerada.

**Acidez (g/100g)**

Condição de armazenamento	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	0,1746 Ac	0,4130 Aa	0,2470 Ab	0,2343 Bc
Refrigerada	0,1719 Ab	0,307 Ba	0,2340 Ab	0,3044 Aa

Resultados expressos como média, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam diferença significativa durante o tempo de maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

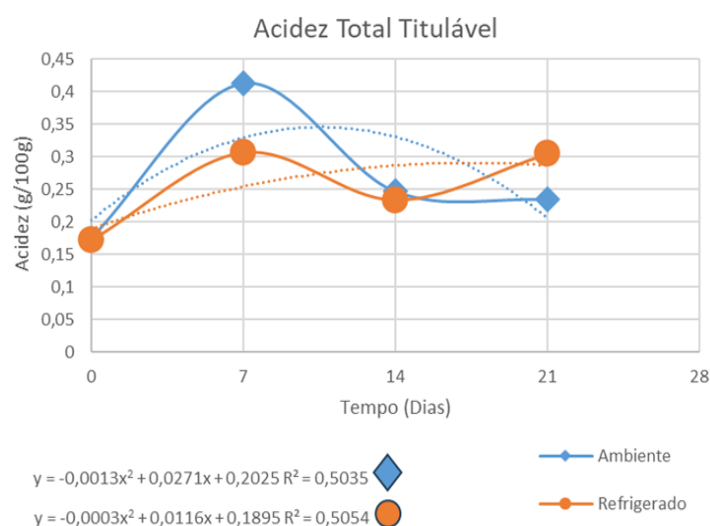


Figura 1 - Evolução da acidez do QMAC ao longo de 21 dias.

Conforme Sales (15), a quantidade de BAL's no queijo inicialmente é elevada e diminui ao longo do tempo de maturação devido ao acúmulo de ácido lático, causando efeito inibitório sobre os microrganismos. A relevância da acidez durante o processo de maturação destaca-se como um parâmetro crucial, uma vez que desempenha um papel significativo na redução de microrganismos indesejáveis no produto (16).

Neste estudo, observa-se que a acidez produzida pelos queijos mantidos inicialmente sob refrigeração é inferior àquelas observadas nos queijos mantidos à temperatura ambiente durante o período de maturação até o 14º dia. Dores (17), observou a maturação ambiente e refrigerada de Queijo Minas Artesanal da Canastra, e descreve que baixas temperaturas têm influência na redução das reações enzimáticas e metabólicas de microrganismos.

As médias de acidez dos queijos deste estudo durante o período de maturação apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) antes e após o 14º dia de maturação nas amostras obtidas a temperatura ambiente, assim como verificado por Sales (15) e por Figueiredo e colaboradores (18) na região de Araxá e do Salitre, respectivamente.

No 14º dia, não houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para acidez obtida nas amostras dos queijos analisados. Observando cada tratamento separadamente no 14º dia, é constatado uma maior acidez em condição ambiente em relação a refrigerada, variando de 0,2470 e 0,2340 g de ácido lático/100g de queijo, respectivamente. Esse comportamento até os 14 dias na condição de refrigeração acontece devido a inibição inicial das culturas presentes e pela refrigeração, que reduz a produção do ácido lático pelas BAL's. O que não acontece com a condição em que os queijos não são refrigerados em nenhum período durante a maturação (15).

As amostras de queijo armazenadas sob refrigeração, apresentaram um aumento significativo das médias do 14° (0,234 g de ácido láctico/100g de queijo) até o 21° (0,3044 g de ácido láctico/100g de queijo). Esse fator pode estar relacionado com o retardo das reações enzimáticas nas primeiras semanas devido a refrigeração inicial. Lima (19), em seu estudo avaliando o tempo de maturação do QMA do Triângulo Mineiro no período das chuvas e da seca, obteve valores no período da seca, variando de 0,049% a 0,433%. Dores (17) ao avaliar QMAC maturados em ambiente e sob refrigeração com embalagens a vácuo, obteve valores com comportamento semelhante, mas superiores ao deste estudo, de 0,67% a 0,70% em condição ambiente e 0,98% a 1,03% em condição refrigerada, no período das secas.

## pH

A Tabela 2 apresenta os resultados para o parâmetro de pH ao longo do período de maturação, enquanto a Figura 2 apresenta uma demonstração gráfica destes resultados.

Tabela 2 - Valores do pH em amostras de QMAC em temperatura ambiente e refrigerada.

Condição de armazenamento	pH			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	5,10 ± 0,07 Aa	4,72 ± 0,03 Bc	4,88 ± 0,08 Ab	4,90 ± 0,02 Ab
Refrigerada	5,15 ± 0,12 Aa	5,01 ± 0,01 Ab	4,76 ± 0,09 Bc	4,76 ± 0,03 Bc

Resultados expressos como média ± desvio padrão, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam diferença significativa durante o tempo de maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

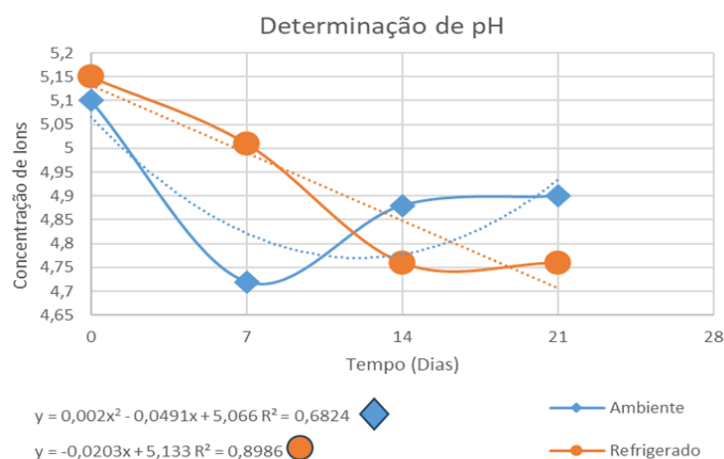


Figura 2 - Evolução do pH em QMAC ao longo de 21 dias.

Os resultados obtidos para o parâmetro de pH indicam diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) nas condições de maturação das amostras analisadas, conforme observado na Tabela 2.

Através da análise da Figura 2, o pH dos queijos durante o período de maturação manteve uma redução de seus valores até o 7° dia, independente do tratamento, com médias variando de 5,10 para 4,72 na temperatura ambiente, enquanto na temperatura refrigerada houve uma redução de 5,15 para 5,01. Pereira e colaboradores (20), em seus estudos observaram que a redução do pH nos primeiros dias de maturação tem ligação com a

degradação da lactose por BAL's que produzem o ácido láctico, seguida de uma variação e estabilização nas semanas seguintes.

A Figura 2 evidencia uma diferença no comportamento do parâmetro do pH entre os tratamentos avaliados do 7º para o 14º e no 21º dia de maturação. Do 14º ao 21º dia, o pH permaneceu constante para o tratamento em que os queijos foram refrigerados (4,76), enquanto as amostras mantidas em temperatura ambiente apresentaram um ligeiro aumento quando comparadas à condição refrigerada (4,88 a 4,90). Costa Júnior e colaboradores (21), em seus estudos, verificaram que o pH durante a maturação dos queijos é limitado com valores de 4,85 a 5,20. Segundo esses autores, valores de pH inferiores a 4,85 podem gerar alterações indesejáveis durante o período de maturação, devido ao não favorecimento das transformações físico-químicas.

Machado e colaboradores (22) ao avaliarem tecnologias de produção em queijo de Coalho, descrevem que a alcalinização é esperada durante a maturação de queijos devido à degradação do ácido láctico, formando compostos nitrogenados alcalinos. É possível observar que, as amostras sob condição ambiente, apresentaram maior alcalinidade após o 7º dia de maturação, em relação às amostras sob refrigeração, com médias variando de 4,72 a 4,88 e 4,90, respectivamente. Pequenas variações no valor de pH durante a maturação, podem ter explicação pelo efeito tamponante que os componentes do leite exercem no queijo (23).

Dores (17) em seus estudos, obteve médias de pH em QMAC que variavam de 5,00 a 5,06 na condição ambiente no período de seca durante 60 dias. Sales (15) obteve médias que variam em torno de 4,99 a 4,81 ao observar os parâmetros do QMA da região de Araxá no período de 60 dias. Lima (19) em seus estudos, encontrou variações de 6,391 a 4,81 em queijos artesanais da região do Triângulo Mineiro. Esta variação observada entre os autores pode estar relacionada ao tipo, a dose e a atividade dos fermentos lácticos. Em caso de leite cru e pingo, a alta oscilação se dá pela não utilização de culturas *starters* industrializadas, que são mais ativas (24).

### Índice de Extensão e Profundidade de Maturação

A Tabela 3 apresenta os resultados para a extensão da proteólise ao longo do período de maturação, enquanto a Figura 3 apresenta uma demonstração gráfica destes resultados.

A extensão da maturação independente da temperatura de maturação avaliadas neste estudo, aumentou ao longo do período analisado, apresentando índices médios de 7,03 a 16,54% para amostras maturadas a temperatura ambiente, e médias variando de 6,94 até 23,4% para as amostras maturadas inicialmente sob refrigeração. O aumento do índice de maturação em ambos os tratamentos é justificado, uma vez que esse índice caracteriza, quantifica e separa os componentes nitrogenados, que sofrem interferências de fatores como pH do queijo, tempo e temperatura de maturação, entre outros (25, 26).

Tabela 3 - Valores correspondentes ao índice de extensão da maturação em amostras de QMAC sob condição ambiente e refrigerada.

Condição de armazenamento	Extensão da Maturação (%)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	7,30 ± 0,50 Ac	12,66± 1,56 Ab	15,60± 0,83 Aa	16,54± 1,64 Ba
Refrigerada	6,94 ± 0,45Ad	11,88± 0,68 Ac	16,91± 0,27Ab	23,40± 1,60 Aa



Resultados expressos como médias, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam a diferença significativa durante a progressão da maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre os dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

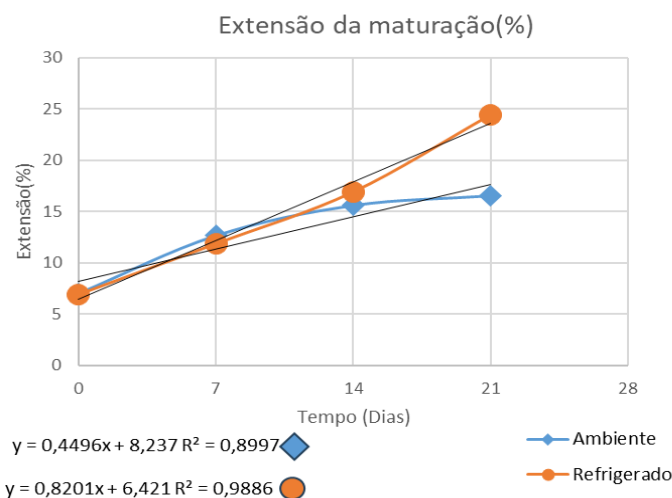


Figura 3 - Extensão da proteólise de QMAC ao longo de 21 dias de maturação.

Observa-se que até o 7º dia de maturação, os índices de extensão de maturação das amostras submetidas a refrigeração, foram inferiores, quando comparados aos obtidos nas amostras armazenadas à temperatura ambiente. Esse fator se deve a menor atividade proteolítica em função da interferência da temperatura de refrigeração que afeta tanto o crescimento microbiano, assim como a atividade enzimática.

Após o 14º dia, os índices para amostras submetidas a refrigeração, foram superiores quando comparados com os obtidos das amostras a temperatura ambiente. A variação das médias observadas na condição de refrigeração inicial, após o 7º dia, apresentaram um perfil mais agressivo de hidrólise das caseínas. Como trata-se do período em que as amostras foram transportadas para a sala de maturação da fazenda, e mantidas à temperatura ambiente, esse comportamento, pode ser explicado pela maior atividade microbiana nesse período devido provavelmente, à maior umidade presente nestas amostras. Os resultados obtidos para acidez (Figura 1) e pH (Figura 2), também corroboram esses resultados.

Para as amostras maturadas em condição ambiente, após os 14 dias o aumento foi gradativo. O favorecimento da proteólise primária representada pelos valores de nitrogênio solúvel em pH 4,6 está diretamente ligada com a temperatura ambiente e com a renina presente no coagulante utilizado na fabricação de queijos (27). Portanto, conforme a mudança da condição de temperatura durante a maturação, houve também uma maior degradação da caseína em peptídeos.

Oliveira et. al. (28) observaram alterações nas características físico-químicas em QMA do Serro, decorrentes da utilização do pingo ou da rala. Esses autores, encontraram valores próximos ao índice de maturação obtidos neste estudo, com queijos produzidos à base de pingo variando de 11,81% a 17,04% ao longo de 24 dias. Dores (17), por sua vez, avaliou as características do Queijo Minas Artesanal da Canastra sob condição ambiente e refrigerada em duas estações do ano (chuva e seca). E obteve médias inferiores para extensão de maturação observadas neste estudo, que variaram de 10,78 a 12,95% para a temperatura ambiente, e 8,64 a 11,24% para a condição refrigerada. Assim como na acidez, no 21º dia para o parâmetro extensão de maturação, as médias das amostras submetidas às temperaturas

de maturação ambiente (16,54%) e refrigerada (24,4%) obtiveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ).

O índice de profundidade de maturação (IPM) por sua vez está relacionado com a atividade das endoenzimas e exoenzimas (descarboxilases e desaminases) da cultura láctica (fermento) empregada na fabricação do queijo degradando peptídeos de alto peso molecular em peptídeos de baixa massa molar (29). Os resultados (Tabela 4) mostram que independente da condição de armazenamento, durante a maturação, a degradação dos peptídeos se intensifica ao longo do tempo, o que reflete no aumento do IPM (Figura 4).

Tabela 4 - Valores correspondentes ao índice de profundidade da maturação em amostras de QMAC sob condição ambiente e refrigerada.

Condição de armazenamento	Profundidade da Maturação (%)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	2,26±0,23 Ac	7,84±0,54 Ab	11,58±0,82 Aa	12,47±1,38 Ba
Refrigeração	2,44±0,28 Ad	4,39±1,26 Bc	11,00±1,22 Ab	15,37±0,88 Aa

Resultados expressos como médias, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam a diferença significativa durante a progressão da maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre os dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

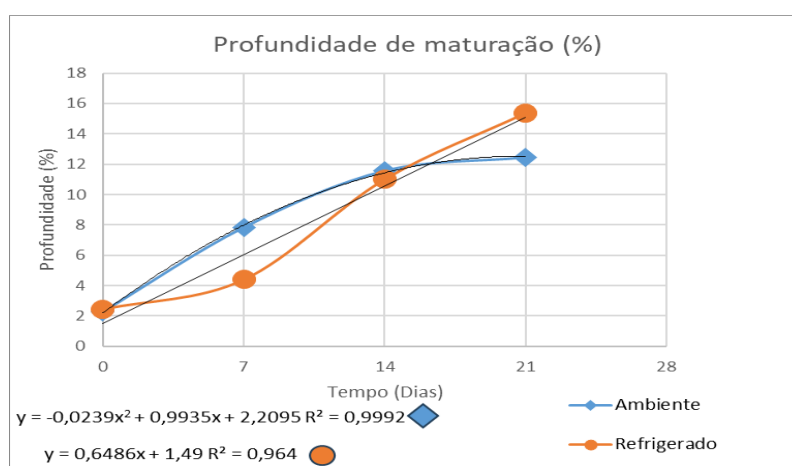


Figura 4 - Profundidade da proteólise de QMACs ao longo de 21 dias de maturação.

Os resultados evidenciam um perfil de degradação proteica, com crescimento uniforme nas amostras maturadas a temperatura ambiente (2,26 a 12,47%) do que o observado nas amostras submetidas a temperatura refrigeração (de 2,44 a 15,37%) ao longo de 21 dias.

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) no 7° e 21° dia para o IPM. Esses valores corroboram aqueles obtidos neste estudo para acidez e extensão de maturação. Mostrando que queijos mantidos à temperatura ambiente (7,84%) até o 7° dia nas condições do presente estudo, apresentam maior degradação proteica em relação àqueles mantidos sob refrigeração (4,39%).

Verificou-se uma inversão dessas reações no 21° dia, onde IPM apresentou índices de 12,47% e 15,37 % nas amostras mantidas sob temperatura ambiente e refrigeração, respectivamente. É possível que o armazenamento em temperatura de refrigeração, tenha

proporcionado um aumento da umidade dos queijos. O que ocasionou um aumento das reações proteolíticas após os queijos serem colocados à temperatura ambiente, em função do crescimento microbiano.

As amostras submetidas à temperatura ambiente, por sua vez, no período de maturação, apresentaram um aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do IPM até o 14° dia (de 2,26 a 11,58%), aumentando gradativamente do 14° ao 21° dia (11,58 a 12,47%). Corsato e colaboradores (30), ao avaliarem queijos coloniais e observarem alterações da proteólise durante a maturação, obtiveram médias que variam de 2,85 a 7,86% ao longo de 20 dias.

Araújo (31), por sua vez, ao avaliar alterações decorrentes da pasteurização do leite para fabricação de queijos artesanais, obteve médias próximas às encontradas neste estudo, variando de 4,78 a 14,22% ao longo de 20 dias, em queijos artesanais do serro. Evidenciando que o ambiente de maturação, assim como as condições de armazenamento dos queijos, esteja diretamente relacionado com as alterações relacionadas ao índice de profundidade de maturação.

Portanto, controlar a temperatura e a umidade, melhorar as instalações da sala de maturação pode proporcionar para o produtor diversas vantagens, sendo a principal o aumento em seu capital de giro, além do reconhecimento e qualidade oferecida para seu produto (30).

### Determinação de Cor Instrumental

Os resultados da análise da luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho/verde ( $a^*$ ) e intensidade do amarelo/azul ( $b^*$ ) nas amostras de casca e centro, em diferentes condições de armazenamento ao longo do tempo de maturação, estão resumidos na Tabela 5.

Tabela 5 - Média dos valores e desvio padrão das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  para determinação da cor da casca do queijo Minas Artesanal da Canastra sob diferentes condições de armazenamento ao longo do período de maturação.

<b>Casca do Queijo ao longo do período de maturação (Colorimetria)</b>					
		<b>Coordenada Observada (<math>L^*</math>Casc)</b>			
<b>Período</b>		<b>0 Dias</b>	<b>7 Dias</b>	<b>14 Dias</b>	<b>21 Dias</b>
<b>Condição</b>	Ambiente	66,43 ± 6,57 Aa	31,02 ± 0,64 Ab	29,10 ± 2,60 Ab	27,90 ± 0,81 Ab
	Refrigerado	66,43 ± 6,56 Aa	27,50 ± 2,13 Ab	27,80 ± 0,60 Ab	26,22 ± 0,19 Ab
		<b>Coordenada Observada (<math>L^*</math>C)</b>			
<b>Condição</b>	Ambiente	66,47 ± 5,65 Aa	27,90 ± 0,04 Ab	27,46 ± 0,76 Ab	27,36 ± 1,31 Ab
	Refrigerado	66,50 ± 5,66 Aa	27,70 ± 0,68 Ab	26,14 ± 0,69 Ab	27,9 ± 1,45 Ab
		<b>Coordenada Observada (<math>a^*</math>Casc)</b>			
<b>Condição</b>	Ambiente	1,47 ± 0,20 Ac	10,63 ± 2,77 Ab	6,82 ± 3,04 Bcb	19,032 ± 2,63Aa
	Refrigerado	1,50 ± 0,23 Ab	9,36 ± 2,63 Aa	9,16 ± 2,68 Aa	10,12 ± 3,68 Ba
		<b>Coordenada Observada (<math>a^*</math>C)</b>			
<b>Condição</b>	Ambiente	1,74 ± 0,14 Ac	6,64 ± 1,01 Bbc	10,26 ± 3,62 Aab	15,68 ± 3,04Aa
	Refrigerado	1,75 ± 0,15 Ab	14,34 ± 3,52 Aa	8,15 ± 3,84 Aab	9,58 ± 4,15 Bb
		<b>Coordenada Observada (<math>b^*</math>Casc)</b>			
<b>Condição</b>	Ambiente	14,08 ± 1,45 Aab	12,81 ± 3,85 Aab	9,13 ± 2,01 Ac	15,37 ± 4,86 Aa
	Refrigerado	14,10 ± 1,45 Aa	6,74 ± 1,65 Bb	7,75 ± 2,08 Ab	6,70 ± 1,17 Bb

Coordenada Observada (**b**\*C)

Condição	Coordenada Observada ( <b>b</b> *C)			
	Ambiente	13,93 ± 1,48 Aa	7,12 ± 0,46 Ab	8,01 ± 4,09 Ab
Refrigerado	13,94 ± 1,49 Aa	8,73 ± 1,89 Ab	6,07 ± 1,38Ab	10,23 ± 2,93 Aab

Resultados expressos como média ± desvio padrão, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam a diferença significativa durante a progressão da maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre os dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ )  
 L\* = luminosidade; a\* = intensidade vermelho-verde; b\* = intensidade de amarelo-azul; Casc = Casca do queijo; C = Centro geométrico do queijo

Em relação à luminosidade (L\*), não foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) durante o período de maturação e sob diferentes condições de armazenamento, tanto na casca (L\*Casc) quanto no centro (L\*C) das amostras mantidas à temperatura ambiente e refrigeradas. No entanto, destaca-se que houve uma exceção no período inicial (tempo 0), onde foi observada uma discrepância em comparação aos demais períodos e condições avaliadas.

Conforme discutido por Peres (32), a luminosidade está relacionada ao efeito óptico resultante da reflexão da luz incidente sobre a amostra, sendo a água um componente chave nesse processo, especialmente em alimentos. Assim, é esperado que amostras com maior teor de umidade apresentem maior luminosidade. No entanto, neste estudo, observou-se uma redução nos índices de luminosidade das amostras com o aumento do tempo de maturação, tanto na casca quanto no centro das amostras. Este resultado sugere uma possível alteração na estrutura ou composição das amostras ao longo do processo de maturação, influenciando diretamente na sua luminosidade.

Ao observar o parâmetro a\* da casca (a\*Casc), é possível observar um aumento das médias ao longo do período de maturação, independente da condição observada, demonstrando que os queijos apresentaram, tendência a coloração avermelhada. A condição de armazenamento em temperatura ambiente, por sua vez apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) dos 14 aos 21 dias de maturação para cor vermelha na casca. Ou seja, os queijos armazenados a temperatura de refrigeração apresentaram menor intensidade para a coloração vermelha na casca, do que aqueles maturados no ambiente. Tendo a coloração vermelha mais acentuada no 21º dia, com maiores médias para queijos maturados no ambiente (19,032), contrapondo as médias obtidas para as amostras mantidas sob refrigeração (10,12).

Araújo (31), ao avaliar a influência do tratamento térmico no leite para a produção de QMA do Serro, encontrou médias que variaram de 6,11 a 6,26 ao longo de 17 dias, demonstrando uma tendência positiva para a coloração avermelhada.

Observando os resultados obtidos para o centro geométrico do queijo (a\*C) verifica-se que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras aos 7º e 21º dias de armazenamento. Os resultados mostram que as médias resultantes das amostras na temperatura de maturação ambiente (1,74 a 15,68), foram superiores aquelas obtidas para as amostras refrigeradas (1,75 a 9,58) durante o período avaliado. Ao comparar os tratamentos, observa-se que para a condição de maturação a temperatura ambiente, as amostras apresentaram uma coloração tendendo ao vermelho mais intensa que as amostras maturadas em temperatura refrigeração.

A coordenada b\* compreende a variação de azul a amarelo, resultados positivos indicam que a coloração do queijo é amarela e resultados negativos apresentando cores azuis. O QMAC, por sua vez quando produzido com etapas conceituais, sem adições de outras matérias primas apresenta a coloração mais amarelada ao término do período de maturação,

visto que a água é reduzida e que as degradações na gordura do queijo são responsáveis pela característica comum observada em queijos maturados.

A cor da casca dos queijos é resultado da interação entre a atividade da comunidade microbiana presente e influência das condições ambientais na qual o queijo é submetido durante a maturação associado a tecnologia de fabricação (33).

Os valores médios da coordenada ( $b^*_{\text{Case}}$ ) apresentaram diferenças significativas para os tratamentos ( $p < 0,05$ ) no 7<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dias de maturação. Os resultados mostram que durante o período de 21 dias, as cascas das amostras mantidas à temperatura ambiente apresentaram um aumento entre as médias variando de 14,08 a 15,37. Demonstrando que o amarelo vai se intensificando de acordo com o tempo de maturação. E essa intensidade é maior nos queijos mantidos sob temperatura ambiente, quando comparados aqueles mantidos sob refrigeração (14,1 a 6,7) durante o período de maturação.

Comportamento semelhante acontece com as amostras analisadas em relação ao centro geométrico, que sob os tratamentos temperatura ambiente e refrigeração, apresentaram valores médios da intensidade da coloração amarela de 13,93 a 11,86 e 13,94 a 10,23 respectivamente. Pode-se observar que as colorações tanto da casca quanto do centro geométrico das amostras foram influenciadas pela temperatura e armazenamento, visto que menores valores indicam que a coloração amarelada foi menos acentuada. Portanto, a coloração dos queijos mantidos a temperatura de refrigeração foi mais clara durante os 21 dias de armazenamento tanto para casca quanto para o centro geométrico das amostras.

### Determinação da Textura

A coesividade trata-se de um parâmetro responsável pela quantidade de deformação sofrida por um material antes da ruptura, pode-se compará-lo ao processo da mordida usando molares. A Tabela 6 apresenta, a seguir, os valores médios da coesividade do centro e da casca do QMAC, ao longo de 21 dias.

Tabela 6 - Média dos valores e desvio padrão da coesividade na casca e no centro em QMAC sob condição refrigerada e em temperatura ambiente ao longo de 21 dias.

Condição de armazenamento	Coesividade do Centro			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	0,76 ± 0,01 Aa	0,30 ± 0,00 Bb	0,28 ± 0,02 Ab	0,25 ± 0,02 Bb
Refrigerado	0,77 ± 0,06 Aa	0,62 ± 0,02 Aab	0,26 ± 0,08 Ac	0,52 ± 0,02 Ab
Condição de armazenamento	Coesividade da Casca			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	0,74 ± 0,01 Aa	0,33 ± 0,09 Bb	0,30 ± 0,01 Ab	0,27 ± 0,03 Ab
Refrigerado	0,77 ± 0,06 Aa	0,64 ± 0,04 Ab	0,31 ± 0,04 Ac	0,20 ± 0,02 Bd

Resultados expressos como média ± desvio padrão, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam diferença significativa durante o tempo de maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

Com base na Tabela 6, a coesividade apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) no 7<sup>o</sup> e 21<sup>o</sup> dias do período de maturação em relação aos tratamentos avaliados tanto para o centro dos queijos quanto para a casca. Para Mantovani e colaboradores (34), a coesividade permite avaliar a resistência do produto ao se dissolver durante a degustação do provador.

Ao comparar os dois tratamentos em relação à coesividade do centro do queijo, nos 7° e 21° dias de armazenamento, verifica-se que as médias foram de 0,62 e 0,52 para amostras refrigeradas e 0,30 e 0,25 para amostras mantidas à temperatura ambiente, respectivamente. Os resultados mostram que os queijos mantidos sob refrigeração inicial, apresentam uma maior resistência de dissolução à mastigação, quando comparados com a condição de armazenamento ambiente.

A casca por sua vez apresenta o mesmo comportamento semelhante aos 7 dias de armazenamento sendo 0,64 e 0,33 durante o armazenamento na temperatura ambiente e sob refrigeração. Entretanto, no 21° dia, apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Os valores obtidos para o tratamento sob refrigeração foram inferiores em relação aos das amostras mantidas em temperatura ambiente durante a maturação. Cangussu e colaboradores (35) encontraram médias que variaram de 0,4 a 0,2 em QMA da Serra Geral ao longo de 60 dias.

Os valores do parâmetro de mastigabilidade para os diferentes tratamentos para as amostras de casca e do centro dos queijos apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) do 7° ao 21° dia, conforme Tabela 7, a seguir:

Tabela 7 - Média dos valores e desvio padrão da mastigabilidade na casca e no centro em QMAC sob condição refrigerada e em temperatura ambiente ao longo de 21 dias.

Condição de armazenamento	Mastigabilidade do Centro (N)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	339,00 ± 8,29 Aab	263,20 ± 1,55 Ab	280,00 ± 41,73 Ab	400,00 ± 88,31 Aa
Refrigerado	337,00 ± 8,47 Aa	129,00 ± 18,57 Bab	79,00 ± 29,74 Bc	222,77 ± 98,54 Bb

Condição de armazenamento	Mastigabilidade da Casca (N)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	360,81 ± 91,34 Ab	258,00 ± 5,79 Ab	290,00 ± 69,04 Ab	530,00 ± 103,51 Ba
Refrigerado	378,60 ± 70,52 Aa	142,62 ± 43,81 Bb	74,50 ± 6,52 Bb	113,53 ± 62,19 Ab

Resultados expressos como média ± desvio padrão, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam diferença significativa durante o tempo de maturação pelo teste tukey ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre dois lotes de maturação através do teste t ( $p < 0,05$ ).

A Tabela 7 evidencia um aumento gradativo do índice de mastigabilidade das amostras de queijo da parte central para o tratamento ambiente durante os períodos de maturação analisados. Somente no período de 14 e 21 dias houveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), evidenciando que no tratamento de maturação à temperatura ambiente, as amostras estão mais rígidas no 21° dia com média de 400,00 N.

As amostras que ficaram sob refrigeração, por sua vez, apresentaram valores médios de 222,77 N para análise da parte central, sendo consideradas mais “mole”, provavelmente porque retiveram mais água. Uma possível explicação para estes resultados se dá devido ao complexo caseína- $\beta$  lactoglobulina, que é mais hidratável (36). As cascas das amostras analisadas, também apresentaram o mesmo comportamento, considerada mais “dura” na maturação a temperatura ambiente com média de 530,00 N, e na condição de armazenamento refrigerado, apresentaram média de 113,53 N, sendo considerada “mole”. A casca é



totalmente influenciada por fatores extrínsecos e por apresentar o contato com diversas características do ambiente tende a endurecer mais ainda a sua estrutura externa.

Araújo (31) obteve valores semelhantes ao deste estudo para casca, com médias variando de 324 N a 570 N aos 60 dias de maturação em queijos Minas Frescal. Cangussu (37), por sua vez, obteve médias variando de 200 N a 340 N para a casca ao longo de 60 dias, avaliando o tempo mínimo de maturação de QMA da Serra Geral. Como durante a maturação a atividade de água do queijo é reduzida, tornando o queijo um produto com a estrutura mais rígida, afetando, portanto, a mastigabilidade, que é um parâmetro que possibilita visualizar o esforço necessário para que o alimento sólido esteja pronto para ser deglutido. É possível deduzir a dureza do alimento a partir da mastigabilidade, pois quanto maior os valores de mastigabilidade, mais duro é o alimento (38).

A elasticidade é a tendência do queijo de recuperar sua forma original após a remoção de uma força aplicada (38). A Tabela 8, a seguir, apresenta os valores médios da elasticidade do centro e da casca do QMAC, ao longo de 21 dias.

Tabela 8 - Média dos valores e desvio padrão da elasticidade na casca e no centro em QMAC sob condição refrigerada e em temperatura ambiente ao longo de 21 dias.

Condição de armazenamento	Elasticidade do Centro (mm)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	0,84 ± 0,02 Aa	0,50 ± 0,00 Bb	0,50 ± 0,01 Ab	0,40 ± 0,01 Bb
Refrigerado	0,86 ± 0,06 Aa	0,74 ± 0,02 Aab	0,45 ± 0,08 Ac	0,58 ± 0,30 Acb

Condição de armazenamento	Elasticidade da Casca (mm)			
	0 dia	7 dias	14 dias	21 dias
Ambiente	0,84 ± 0,01 Aa	0,61 ± 0,08 Bb	0,48 ± 0,04 Ac	0,42 ± 0,03 Ac
Refrigerado	0,865 ± 0,03 Aab	0,73 ± 0,01 Ab	0,38 ± 0,05 Bc	0,30 ± 0,03 Bc

Resultados expressos como média ± desvio padrão, <sup>a-d</sup> Letras minúsculas na horizontal distintas indicam diferença significativa durante o tempo de maturação pelo teste *tukey* ( $p < 0,05$ ), <sup>A-D</sup> Letras maiúsculas na vertical distintas indicam diferença significativa entre dois lotes de maturação através do teste *t* ( $p < 0,05$ ).

Com base na Tabela 8, é possível observar que houve um decréscimo nas médias da elasticidade do centro e da casca das amostras analisadas, independente do tratamento. Essa tendência é justificada, devido à proteólise da caseína, principal proteína responsável pela rigidez do queijo (39).

Quando avaliamos o período de maturação, verificamos que ocorreu a redução da elasticidade do centro durante o período observado. E para as amostras submetidas à temperatura ambiente, as diferenças de elasticidade no centro não são significativas ( $p < 0,05$ ) do 7° aos 21° dia de maturação. Enquanto que para a condição em que as amostras foram submetidas a refrigeração, as diferenças de elasticidade no centro são significativas ( $p < 0,05$ ) do 7° ao 21° dia de maturação.

Os resultados mostram que a casca das amostras maturadas sob temperatura ambiente e refrigeração, apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para elasticidade, quando comparamos o 7° dia de maturação com o 14° e 21°. Observando as diferentes condições de armazenamento, verifica-se que ao término do período de maturação, as amostras mantidas

à temperatura ambiente ficaram mais rígidas (média de 0,42) quando comparadas àquelas submetidas a temperatura de refrigeração (média de 0,30), que ficaram mais moles. Tais resultados indicam uma proteólise acentuada e a redução da umidade na casca das amostras mantidas a temperatura sob refrigeração em relação àquelas mantidas a temperatura ambiente, visto que estes fatores influenciam na estrutura do queijo, tornando-o mais “rígido” ou mais “mole”.

## CONCLUSÕES

Os queijos apresentaram diferenças nos parâmetros analisados, demonstrando que alterações na temperatura ao longo do período de maturação comprometem as características do produto acabado, visto que após o 14º dia, os queijos refrigerados não obtiveram valores próximos aos queijos maturados em temperatura ambiente. Sendo assim é de grande importância a existência de estudos visando as alterações causadas pelo meio externo, como por exemplo as alterações provenientes da modificação da umidade, a influência da ventilação na maturação de QMAC, e as alterações na característica físico-química quando os queijos são submetidos a temperaturas elevadas.

## REFERÊNCIAS

1. IPHAN. Modo artesanal de fazer queijo de Minas. [internet]. 2008 [acesso em 2024 Fev 12]. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Modo%20artesanal%20de%20fazer%20queijo%20de%20Minas.pdf>.
2. Meneses JNC. Queijo artesanal de Minas: dossiê interpretativo. Belo Horizonte: IPHAN; 2006.
3. Martins NRT, Cardoso TS, Santana KTC, Faria JT, Pinto MS. Avaliação microbiológica do queijo Minas comercializado na região de Montes Claros/MG. Rev. Bra. Agrotec. 2021;11(2):257-263.
4. Dores MT. Enterotoxigenicidade de *Staphylococcus aureus* isolados de queijo Minas artesanal da canastra [Tese de Doutorado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2013.
5. Ferraz WM. Queijo Minas artesanal da serra da canastra: influência do ambiente sobre a maturação [Dissertação de Mestrado]. Rio Pomba: Instituição Federal do Sudeste de Minas Gerais; 2016.
6. Minas Gerais. Lei nº 14185. Dispõe sobre o processo de produção do queijo Minas artesanal e dá outras providências. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. Belo Horizonte. 31 jan 2002. Art 2.
7. Lourenço Neto JPM. Queijos: aspectos tecnológicos. Juiz de Fora: Master Graf; 2013.
8. Martins MGG. Características físico-químicas e microbiológicas durante a maturação do queijo Minas artesanal da região do Serro [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
9. Fuka MM, Wallisch S, Engel M, Welzl G, Havranek J, Schloter M. Dynamics of bacterial communities during the ripening process of different Croatian cheese types derived from raw ewe's milk cheeses. PLoS One. 2013;8(11):e80734.
10. Brasil. Instrução normativa nº 68, de 12 de dezembro de 2006. métodos analíticos

- oficiais físico-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Diário oficial da união. DF. 14 Dez 2006. Seção 1:8.
11. AOAC. Official methods of analysis of the association of analytical chemistry. 16. ed. Washington: AOAC; 1997.
  12. Moreira GMM. Queijos gorgonzola, prato, parmesão e mussarela: influência do tempo de maturação no perfil de amins bioativas, aminoácidos livres, textura e características físico-químicas e microbiológicas [Tese de Doutorado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
  13. Santana FA, Oliveira LA, Viana ES, Silveira SM, Sousa MR, Amorim EP. Avaliação da cor dos frutos de diferentes genótipos de bananeiras por colorímetro digital. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura [internet]. 2010 [acesso em 2024 Fev 12]. 21;pdf2378. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/37009/1/SantanaID27240pdf2378.pdf>
  14. Ferreira AFCB. Estudo de tratamento de superfície do queijo e validação industrial [Dissertação de Mestrado]. Braga: Universidade do Minho; 2013.
  15. Sales GA. Caracterização microbiológica e físico-química de queijo Minas Artesanal da microrregião de Araxá - MG durante a maturação em diferentes épocas do ano [Dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2015.
  16. Lavasani ARS, Ehsani MR, Mirdamadi S, Mousavi, MAEZ. Changes in physicochemical and organoleptic properties of traditional iranian cheese lighvan during ripening. *Int. J. Dairy Technol.* 2011;65(1):64-70.
  17. Dores MT. Artesanal Minas cheese from the Canastra Mountain Range matured at room temperature and under refrigeration [Dissertação de Mestrado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2007.
  18. Figueiredo SP, Carneiro JO, Chaves ACSD, Boari CA. Avaliação da influência da época do ano na maturação de queijo Minas artesanal do Serro. In: Anais do XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos [Internet]; 2016; Gramado, RS. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2016.
  19. Lima CF. Estudo do tempo de maturação do Queijo Minas Artesanal do Triângulo Mineiro: análises microbiológicas e físico-químicas. [Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos (PPGEA)]. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2021.
  20. Pereira AA, Jacinto de Paula JC, Teixeira SA, Telles SS, Sobral D, Machado GM, Teodoro VAM, Costa RGB, Miguel EM. Maturação do queijo Minas artesanal da região de Araxá e contagem de *Staphylococcus aureus*. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, 10., 2013, Belo Horizonte. Resumos expandidos [...]. Belo Horizonte: EPAMIG; 2013.
  21. Costa Júnior LC, Moreno VJ, Magalhães FA, Costa RGB, Resende EC, Carvalho KBA. Maturação do queijo artesanal da microrregião Campos das Vertentes e os efeitos dos períodos seco e chuvoso. *Rev Inst Lat Cândido Tostes.* 2014;69(2):111-120.
  22. Machado GMM, Costa Júnior LCG, Costa RGB, Sobral D, Taveira LB, Souza BM. Aspectos físico-químicos de queijo de coalho fabricado com o uso de ácido láctico. *Alimentos e Nutrição.* São Paulo: Universidade Estadual Paulista. 2011;22(3):421-428.

23. Oliveira SPP, Martins JM, Nogueira CH, do Vale RC, Rodrigues MPJ, Galleti AN. Características físico-químicas de queijo Minas artesanal do Serro fabricados com pingo e com rala. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2018;73(4):235-244.
24. Fernandes LV. Desenvolvimento de tecnologia de queijo tipo Minas artesanal da microrregião do Campo das Vertentes para produção industrial com emprego de leite pasteurizado [Dissertação de Mestrado]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2018.
25. Barbosa IC, Oliveira MEG, Madruga MS, Gullón B, Pacheco MTB, Gomes, AMP et al. Influence of the addition of lactobacillus acidophilus La-05, bifidobacterium animalis subsp. lactis Bb-12 and inulin on the technological, physicochemical, microbiological and sensory features of creamy goat cheese. *Food Funct*. 2016;7(10):4356-4371.
26. Sato RT, Vieira ATB, Camisa J, Vianna PCB, Rensis CMVB. Avaliação da proteólise e das características sensoriais de queijo prato com cultura adjunta. *Semina: Ciênc. Agrár*. 2012;33(6):3143-3152.
27. Early R. The technology of dairy products. 2nd ed. Londres: Blackie Academic & Professional; 1998.
28. Oliveira SPP, Martins JM, Nogueira CH, Vale RC, Rodrigues MPJ, Galleti AN. Características físico-químicas de queijo minas artesanal do serro fabricados com pingo e com rala. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*. 2018;73(4):235-244.
29. Narimatsu A, Dornellas JRF, Spadoti LM, Pizaia PD, Roig SM. Avaliação da proteólise e do derretimento do queijo prato obtido por ultrafiltração. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2003;23:177-182.
30. Corsato ACM, Kottwitz LBM, Seuchuco C, Pramiu D, Gambaro AC, Fariña LO. Estudo da proteólise de queijos coloniais da serra catarinense durante sua maturação em temperatura ambiente. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*. 2018;76(1):40-50.
31. Araújo TF. Potencial de amins bioativas como indicadoras do estágio de maturação e o papel da microbiota endógena do leite cru na inocuidade e características do queijo minas artesanal [Tese de Doutorado]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2013.
32. Peres FD. Características de qualidade do queijo Minas artesanal do Serro produzido e maturado no verão. [Dissertação de Mestrado]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2019.
33. Galaup P, Gautier A, Piriou Y, de Villblanche A, Valla A, Dufossé L. First pigment fingerprints from the rind of French PDO red-smear ripened soft cheeses Epoisses, Mont d'Or and Maroilles. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2007;8:373-378.
34. Mantovani D, Corazza ML, Filho LC, Costa SC. Elaboração de iogurte com diferentes concentrações de sólidos totais, análise físico-química e perfil da textura. *Rev Bras Tecnol Agroind*. 2012;6(1).
35. Cangussu RRC, Oliveira TF, Santana KTC, Pires ACS, Pinto MS. Caracterização física e do perfil de textura na maturação do queijo artesanal da região Serra Geral-MG. III Simpósio de Engenharia de Alimentos-SIMEALI: interdisciplinaridade e inovação na Engenharia de Alimentos. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2019.
36. Walstra P, Geurts TJ, Noomen A, Jellema A, Van Boekel MAJS. Dairy technology.

- Principles of milk properties and processes. Marcel Dekker; 2002.
37. Cangussu RRC. Estudo do tempo mínimo de maturação para segurança do queijo Minas artesanal da Serra Geral [Dissertação de Mestrado]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2018.
  38. Fox PF, Guinee TP, Cogan TM, McSweeney PLH. Fundamentals of cheese science. Aspen Publishers, Inc. Gatherburg, Maryland; 2000.
  39. Tunick MH, Malin EL, Smith PW, Shieh JJ, Sullivan BC, Mackey KL, Holsinger VH. Proteolysis and rheology of low fat and full fat Mozzarella cheeses prepared from homogenized milk. *Journal of Dairy Science*. 1993;76(12):3621-3628.

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MARACUJÁ-AMARELO PRODUZIDOS EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NO INTERIOR DO RIO GRANDE DO NORTE

Jéssica Débora de Souza Davi<sup>1</sup> \*; Saint Clair Lira Santos<sup>2</sup> ; Ronaldo dos Santos Falcão Filho<sup>3</sup> ; Pahlevi Augusto de Souza<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Estudante de especialização em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFRN/Campus Currais Novos;

<sup>2,3,4</sup>Professor/pesquisador Dr. - IFRN/Campus Currais Novos - IFRN/Campus Currais Novos.

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [jessicadeboral@hotmail.com](mailto:jessicadeboral@hotmail.com)

**Resumo:** O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é uma frutífera que pertence à família Passifloraceae, nativa do Brasil. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição física e físico-química dos frutos de maracujá-amarelo cultivados em sistema agroecológico no município de Currais Novos/RN. Os frutos foram coletados de maneira aleatória e transportados até o laboratório de análise de alimentos do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Currais Novos, onde foram armazenados sob refrigeração para análises posteriores. Foram realizadas as seguintes análises: peso total do fruto, rendimento (suco, polpa, casca e semente) (%), diâmetros, espessura da casca, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% de ácido cítrico), SS/AT e pH. Para essas mensurações foram utilizados o total de 30 frutos que foram classificados de acordo com seu tamanho (3, 4 e 5). As análises foram realizadas em triplicatas. Os dados foram submetidos à análise das médias, desvio padrão e coeficiente de variação. Verificou-se que o fruto de classe 4 possui um rendimento de suco maior (35,17%). Um fator que leva a explicar o rendimento elevado de suco do fruto de classe 4 é devido a média de espessura da casca ser menor (8,14 mm), quando comparado a espessura de casca encontrado no maracujá de classe 3 (8,35 mm) e 5 (9,55 mm). Em relação a composição química média dos frutos, observou-se os parâmetros de acidez (4,53%), sólidos solúveis (13,30 °Brix), pH (3,07) e *ratio* (2,95). Sendo assim, foi visto que os resultados atendem as exigências do mercado consumidor.

**Palavras-chave:** maracujá-amarelo; sistema agroecológico; análise físico-química; análise de alimentos

### INTRODUÇÃO

O maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é uma trepadeira que pertence à família Passifloraceae e é nativa do Brasil, sendo o maior produtor e consumidor mundial do maracujazeiro amarelo, com produção de 697.859 toneladas em uma área de 45.602 hectares, destacando-se no agronegócio da produção de frutas e contribuindo para o desenvolvimento do setor agrícola. Na região Nordeste, destacam-se como maiores produtores os estados do Ceará, Pernambuco e Bahia, sendo este último o maior produtor do país (1).



No Rio Grande do Norte, a produção foi de 36.521 toneladas, com renda gerada no valor de 104.223 mil reais. Em Currais Novos no mesmo ano, a produção de maracujá amarelo no município rendeu cerca de 130 mil reais. A produção agrícola de frutos é uma das principais atividades econômicas do município. Os pequenos agricultores têm a opção de comercializar sua produção em feiras livres, mercados e comunidades vizinhas (1).

A comunidade do Povoado Cruz localiza-se na porção central, da zona rural do município de Currais Novos, importante município do estado do Rio Grande do Norte, localizado na região do Seridó, que vem nos últimos anos se destacando na produção de frutos. A comunidade é constituída por cerca de 300 famílias e 1200 habitantes, sendo formada basicamente de pequenos agricultores. A presença de um açude público, favorece o cultivo de alimentos em suas margens, sendo as frutíferas, a produção mais comum. Dentre as culturas mais exploradas está o maracujá-amarelo cultivado em sistema de base ecológica, que é comercializado na forma *in natura* ou processado, em forma de polpa. A renda desses agricultores provém principalmente do cultivo dessa produção e da comercialização de seus excedentes (2).

Para os consumidores, critérios como cor, tamanho e firmeza, são as principais características observadas na hora da escolha de frutas frescas para o consumo. A aparência é o critério mais utilizado para avaliar a qualidade, e dentre os fatores que mais contribuem para a deterioração dos frutos, tem destaque o clima, transporte, genética, doenças e tipo de cultivo. O estudo das propriedades físicas e químicas de frutos do maracujazeiro são importantes para subsidiar os produtores a seguir os padrões de qualidade (3).

No controle da qualidade físico-química de frutos de maracujá, parâmetros como a acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais, vitamina C e pH, são importantes para a padronização do produto e análise de alterações ocorridas durante a produção e armazenamento. Em relação às características físicas, o tamanho do fruto, espessura da casca, rendimento da polpa e do suco, podem ser os parâmetros avaliados. A fixação destas características é importante para viabilizar a identificação do produto ao consumidor e, conseqüentemente, o sucesso comercial da atividade (4).

Entende-se como sistema agroecológico os sistemas de plantio que tentam imitar ao máximo os ecossistemas naturais. Para isso, são utilizadas técnicas, processos e princípios de natureza sustentável, com o objetivo de preservar o meio ambiente de forma a não diminuir, ao longo do tempo, sua capacidade produtiva. Dentre os frutos que podem ser produzidos por meio desse sistema está o maracujá-amarelo. Como exemplos de técnicas de manejo para esse tipo de produção estão a utilização de capinadeira animal e biofertilizantes, como utilizando manipueira, urina de vaca e biofertilizante de amendoim forrageiro (5).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar os parâmetros físicos e físico-químicos dos frutos de maracujá-amarelo cultivados em sistema agroecológico no município de Currais Novos/RN.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de maracujá foram coletadas no Povoado Cruz, município de Currais Novos/RN, de maneira aleatória e transportadas até o laboratório de análise de alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - Campus Currais Novos-RN, onde foram armazenados em freezer (refrigeração) para análises posteriores.

Inicialmente os frutos foram selecionados de acordo com seu tamanho e grau de maturação por meio da coloração que cada fruto apresentava visualmente, sendo utilizados os mais maduros, apresentando uma amostra total de 30 frutos. Logo após as amostras foram limpas para eliminação de sujidades. Os frutos foram deixados equilibrar a temperatura ambiente e avaliou-se os seguintes parâmetros físico-químicos: sólidos solúveis, pH, acidez, *ratio*, peso total do fruto, tamanho, diâmetros longitudinal e equatorial, espessura da casca e rendimentos (polpa, suco, casca e resíduo).

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas em triplicatas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (6).

Para a análise de pH, foi realizada a diluição 1:10 (polpa do fruto: água destilada) e a leitura da amostra feita em pHmetro digital da marca Orion Star, modelo A215, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0.

Já o parâmetro de acidez foi determinado por volumetria de neutralização, onde foram diluídas 10 g da amostra em 100 mL de água destilada e a solução obtida foi titulada com solução padronizada de NaOH 0,1 N, usando como indicador três gotas da solução hidroalcoólica de fenolftaleína a 1%. No caso do suco do maracujá que possui coloração amarelada natural, ao fim da titulação a solução obteve uma coloração levemente alaranjada. Os resultados foram expressos em grama (g) de ácido cítrico/ 100 g de amostra, utilizando a fórmula abaixo:

$$\% \text{ ácido cítrico} = \frac{V \times N \times p'' \times 100}{P}$$

Onde:

V = volume de NaOH gasto na titulação (mL)

N = normalidade corrigida do NaOH

p'' = miliequivalente do ácido cítrico

P = peso da amostra (g)

Para a determinação dos sólidos solúveis, as amostras foram filtradas com o auxílio de algodão, logo após a amostra foi colocada sobre o prisma de um refratômetro digital da marca DIGIT, modelo 107 com escala variada entre 0 e 42 °Brix, e correção automática de acordo com a temperatura. Os resultados foram expressos em °Brix.

A relação SST/ATT foi obtida através do quociente de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT).

Os frutos foram padronizados de acordo com o tamanho (Tabela 1) (4), com o auxílio de um paquímetro manual marca LEE TOOLS, modelo 682626 seguindo os seguintes critérios de classificação:

Tabela 1 – Padronização dos frutos de maracujá de acordo com o tamanho.

Classe	Diâmetro (equatorial - mm)
1	igual ou menor que 55

2	igual ou maior que 55 até 65
3	igual ou maior que 65 até 75
4	igual ou maior que 75 até 85
5	maior que 85

Fonte: CEAGESP, 2015 (4)

O peso total do fruto foi medido na forma *in natura* em balança semi-analítica marca KNWAAGEN, modelo KN 320/3, os resultados expressos em gramas (g).

Para o comprimento, foi realizada com o auxílio de um paquímetro manual marca LEE TOOLS, modelo 682626, a medição desde a distância da inserção do pedúnculo até a cicatriz do estigma e os resultados expressos em milímetros. Para a medição de largura dos frutos, foi utilizado o mesmo paquímetro ajustado na porção equatorial do fruto, os resultados expressos em milímetros. Já para a espessura da casca, os frutos foram divididos ao meio e medidos em quatro pontos equidistantes, os resultados expressos em milímetros.

Para análise de rendimento do suco, polpa, casca e resíduos, a polpa acrescida de sementes foi extraída do fruto com o auxílio de uma colher e pesada em balança semi-analítica marca KNWAAGEN, modelo KN 320/3. Em seguida, foram separados o resíduo composto por sementes e arilo, do suco, por meio de agitação no módulo pulsar em um homogeneizador. Logo após filtrado com o auxílio de uma tela filó com 1 mm de malha. Cada parte do fruto (polpa, suco, casca e resíduo) foi pesada individualmente para a determinação de seus respectivos rendimentos. Os percentuais de rendimento de polpa (RP), casca (RC), suco (RS) e resíduo (RR) foram calculados usando as equações seguintes:

O rendimento de polpa foi obtido por meio da relação entre a subtração do peso da polpa, dividido pelo peso do suco, multiplicado por 100, expresso em porcentagem, como mostra a fórmula 1.

$$RP = \frac{\text{Peso da polpa}}{\text{Peso do suco}} \times 100\% \quad (1)$$

O rendimento de casca foi obtido mediante a relação entre a subtração do peso da casca, dividido pelo peso do fruto, multiplicado por 100, expresso em porcentagem, como mostra a fórmula 2.

$$RC = \frac{\text{Peso da casca}}{\text{Peso do fruto}} \times 100\% \quad (2)$$

O rendimento do suco foi obtido mediante a relação entre a subtração do peso do suco, dividido pelo peso do fruto, multiplicado por 100, expresso em porcentagem, como mostra a fórmula 3.

$$RS = \frac{\text{Peso do suco}}{\text{Peso do fruto}} \times 100\% \quad (3)$$

O rendimento do resíduo foi obtido mediante a relação entre a subtração do peso do resíduo, dividido pelo peso do fruto, multiplicado por 100, expresso em porcentagem, como mostra a fórmula 4.

$$RR = \frac{\text{Peso do resíduo}}{\text{Peso do fruto}} \times 100\% \quad (4)$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatísticas de média, desvio padrão amostral e coeficiente de variação, utilizando ferramentas do software Excel 2016.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das análises físicas do maracujá-amarelo cultivado em sistema agroecológico (*passiflora edulis* fo. *flavicarpa*) estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios e seus respectivos desvios padrões referentes aos pesos e rendimentos de acordo com a classificação dos frutos.

Parâmetro	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Diâmetro longitudinal (mm)	74,21 ± 2,58	80,49 ± 10,13	88,54 ± 5,99
Diâmetro equatorial (mm)	74,17 ± 3,61	78,92 ± 0,97	89,84 ± 3,28
Espessura da casca (mm)	8,35 ± 0,66	8,14 ± 1,52	9,55 ± 1,32
Peso total do fruto (g)	155,74 ± 12,16	165,87 ± 24,48	238,85 ± 19,56
Peso da casca (g)	80,93 ± 3,79	89,69 ± 8,37	119,39 ± 30,42
Casca/fruto (%)	51,96 ± 2,52	54,07 ± 6,62	49,98 ± 14,57
Peso do resíduo (g)	17,57 ± 3,52	18,51 ± 5,27	29,07 ± 3,90
Resíduo/fruto (%)	11,28 ± 1,64	11,16 ± 3,37	12,17 ± 1,35
Peso polpa (g)	75,32 ± 8,92	86,69 ± 22,68	105,98 ± 22,35
Rendimento de polpa (%)	48,36 ± 2,24	52,26 ± 15,89	44,37 ± 7,52
Peso do suco (g)	46,08 ± 7,44	51,70 ± 19,10	61,08 ± 20,63
Rendimento de suco (%)	29,59 ± 2,92	35,17 ± 13,77	27,57 ± 7,98

O peso total dos frutos variou de 155,74 a 238,85 g, frutos convencionais pesam em torno de 240 g (7). Para os consumidores, o tamanho é uma das características primordiais, sendo os maiores os mais apreciados, nesse sentido, os frutos de classe 5 se destacaram, ficando dentro dos padrões de comercialização (8).

Verificou-se que o fruto de classe 4 possui um rendimento de suco maior (35,17%), quando comparado com o rendimento de polpa encontrada no fruto de classe 5 (27,57%). Um fator que leva a explicar o rendimento elevado de suco do fruto de classe 4 é devido a média de espessura da casca ser menor (8,14 mm), quando comparado a espessura de casca encontrado no maracujá de classe 3 (8,35 mm) e 5 (9,55 mm). De forma geral, as indústrias preferem aqueles frutos que possuem um maior rendimento, em torno de 45%, e que tenham espessura de casca menor, por fornecerem um maior rendimento de polpa. Porém, em relação a serem comercializados de forma *in natura*, esse teor elevado de casca se torna mais apropriado, pois protege o fruto contra possíveis choques mecânicos ocasionados na colheita e transporte do mesmo (9).

Os diâmetros encontrados dos frutos foram entre as classes 3 (65 a 75 mm) e 5 (maior que 85 mm), valor médio superior aos valores de 26 a 31 mm apresentados por Barros et. al. (10), em estudo com maracujá-amarelo produzido em sistema convencional. Na produção de maracujá, fatores como tipo de cultivo, clima, tipos de adubo, irrigação e genótipos, podem influenciar no seu crescimento.

Tabela 3 – Caracterização físico-química da polpa do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*)\*.

Classificação	pH a 25°C	ATT (g de ácido cítrico/100g)	SST 25°C (°Brix)	SST/ATT (ratio)
3	2,93 ± 0,01	4,28 ± 0,01	13,58 ± 0,38	3,17 ± 0,01
4	3,13 ± 0,06	4,84 ± 0,02	11,90 ± 0,09	2,46 ± 0,09
5	3,11 ± 0,02	4,46 ± 0,09	14,42 ± 0,52	3,23 ± 0,07
Média	3,07	4,53	13,30	2,95
CV (%)	3,60	6,31	9,65	25,66

Onde: ATT= Acidez total titulável, SST= Sólidos solúveis totais. \*Resultados expressos em média ± desvio padrão. \*Resultados expressos em média ± desvio padrão.

Comparando com os resultados de outros estudos em relação a frutos de maracujá submetidos ao sistema de cultivo convencional, observou-se que as médias de teores de sólidos solúveis (Tabela 3) foram semelhantes em relação aos valores médios de 13,32, 13,44 e 13,40 °Brix obtidos por Ferreira e Antunes (3). O teor de sólidos solúveis é amplamente utilizado na produção de alimentos para a avaliação da qualidade. Sua aplicação na análise de frutos, consiste em indicar o grau de maturidade do mesmo. Esses sólidos solúveis presentes na polpa dos frutos incluem importantes compostos responsáveis pelo sabor e conseqüente uma maior aceitação pelos consumidores, sendo os mais importantes os açúcares e os ácidos orgânicos (11).

A acidez é normalmente utilizada para determinar os parâmetros de maturação e atributos de qualidade, como sabor, cor, firmeza e estabilidade microbiana de frutos, sendo um parâmetro importante para o processamento na indústria (12). A média da acidez dos frutos analisados apresentou resultado aproximado aos de frutos submetidos à produção convencional obtidos por Ferreira e Antunes (3) de 4,34%, 3,7%, 3,83% e 4,32%. Para processamento industrial, a qualidade tecnológica de frutos de maracujá amarelo exigida pelos mercados em sua forma “*in natura*”, deve apresentar acidez total titulável de cerca de 3,2 a 4,5%. As amostras estudadas apresentaram teor de acidez desejável, contribuindo na indústria para o aumento da vida útil, diminuindo a adição de acidificantes, proporcionando melhoria nutricional, segurança alimentar e influenciando na qualidade sensorial do produto (13).

Em relação ao pH, comparando com os resultados de frutos cultivados em sistema convencional, os valores superaram os 2,76 em maracujazeiro-amarelo apresentados por Couto et. al. (14). O valor médio (3,07) está dentro da faixa permitida para comercialização que é de no mínimo 2,7 (15). Esses resultados indicam que o fruto se adequa tanto ao mercado para consumo *in natura* como para o processamento. O pH é um parâmetro que mede de uma forma geral a acidez de frutas e alimentos, sendo este o indicador do tipo de tratamento necessário para se conservar alimentos. O aumento do pH está diretamente relacionado com o decréscimo da acidez ocorrida com o avanço da maturação dos frutos (16).

O *ratio* (SS/AT) oscilou entre 2,46 e 3,23, tendo como valor médio 2,95, semelhante aos obtidos por Ferreira e Antunes (3), com médias de 3,08, a 4,32 em estudos relacionados a frutos de maracujá-amarelo produzidos convencionalmente. Segundo Machado et. al. (18), a razão SST/ATT (*ratio*) é um parâmetro utilizado para determinação da palatabilidade dos frutos, e normalmente, quanto maior o valor do *ratio*, mais agradável ao paladar é o suco ou

polpa de fruta, uma vez que o teor de sólidos solúveis totais é alto e/ou acidez total é baixa. Portanto, com relação a essa característica, os frutos analisados possuem bom perfil para indústria de extração de suco, uma vez que apresentaram polpa ácida e conseqüentemente maior vida de prateleira do suco.

## CONCLUSÕES

Sendo assim, o presente estudo revela a importância das avaliações físicas e físico-químicas dessa frutífera, que podem fornecer subsídios técnicos que fomentem a agroindústria local e regional. Além disso, verificou-se que os frutos produzidos em sistema agroecológico atenderam os parâmetros exigidos pelo mercado consumidor e pelos órgãos legais competentes, demonstrando condições de comercialização e competitividade em suas características física e físico-químicas, com destaque para o tamanho, rendimento da polpa e acidez, inclusive quando comparados com a produção convencional, conforme literatura. Conclui-se que os resultados deste trabalho podem servir de base para outras pesquisas futuras acerca desse tema.

## REFERÊNCIAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Produção de maracujá [Internet]. 2022 [acesso em 21 Dez 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/br>.
2. Matos LF. Extensão universitária e economia solidária: efeitos e potenciais de ações de incubadoras da UFRN no Povoado Cruz Currais Novos/RN [dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2015.
3. Ferreira MO, Antunes AM. Qualidade de frutos de maracujá-amarelo comercializados na CEAGESP-BAURU - SP. Rev. Agrofib. 2019;1(1):71-84.
4. Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP. Maracujá: a paixão brasileira [internet]. 2015 [acesso em 14 Jan 2024]. Disponível em: <http://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/maracuja.pdf>.
5. Azevedo JMA, Júnior EAS, Cruz JF, Souza EB, Lima MO, Azêvedo HSF. Mudanças agroecológica de maracujá-amarelo utilizando manipueira, urina de vaca e biofertilizante de amendoim forrageiro. Braz. J. Develop. 2020;6(6):35521-35536.
6. Zenebon O, Pascuet NS, Tinglea P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 1. ed. Instituto Adolfo Lutz; 2008.
7. Roncatto G, Botelho SCC, Oliveira SS, Romano MR. Embrapa Agrossilvipastoril: Primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável. 1. ed. Embrapa; 2019.
8. Aguiar RS, Zaccheo PVC, Stenzel NMC, Sera T, Neves CSVJ. Produção e qualidade de frutos híbridos de maracujazeiro-amarelo no norte do Paraná. Rev. Bras. Frutic.



- 2015;37(1): 130-137.
9. Botelho SCC, Roncatto G, Botelho FM, Oliveira SS, Wobeto C. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos em Mato Grosso. *Nativ. Sinop.* 2017;5(1): 471-476.
  10. Barros DN, Medeiros EV, Claudino ES, Lima KMV, Delmiro VS, Chinelate GCB. Caracterização físico-química do maracujá amarelo comercializado em diferentes estabelecimentos comerciais. *Rev. Bras. Agrc.* 2018;8(2): 01-06.
  11. Lima MAC. Teor de sólidos solúveis [Internet]. 2021 [acesso em 26 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>.
  12. Tyl C, Sadler GD. pH and Titratable Acidity. 1. ed. *Food Analysis*, Springer Intern; 2017.
  13. São José AR, Rebouças TNH, Pieres MM, Bofin MP, Pires MM. Situação regional da cultura do maracujá-Nordeste [internet]. 1999 [acesso em 26 Jan 2024]. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/>.
  14. Couto ABB, Aguiar IB, Oliveira CS, Gomes FS, Freire Junior M, Cabral LMC, Leal Junior WF. Caracterização físico-química maracujá-amarelo (*Passiflora edulis fo. Flavicarpa*) cultivado em sistema orgânico e convencional [internet]. 2011 [acesso em 26 Jan 2024]. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/916688>.
  15. Brasil. Instrução normativa SDA nº 37 de 1 de outubro de 2018. Diário Oficial da União [internet]. 2018 [acesso em 21 Dez 2023]. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=368178>.
  16. Chitarra MIF, Chitarra AB. Pós-colheita de frutas e hortaliças. Fisiologia e manuseio. 2. ed. Editora Ufla; 2005.
  17. Machado SS, Tavares JTQ, Cardoso RL, Machado CS, Souza KEP. Caracterização de polpas de frutas tropicais congeladas comercializadas no Recôncavo baiano. *Rev. Cien. Agron.* 2007;38(2): 158-163.

## A ENOGASTRONOMIA SOB A PERSPECTIVA DA CIÊNCIA DE ALIMENTOS: REVISÃO

Marianna Pozzatti Martins de Siqueira \*<sup>1</sup>; Ana Denize Grassi Padilha <sup>2</sup>;  
Mariane Lobo Ugalde <sup>3</sup>

\*1Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: marianna.pozzatti@iffarroupilha.edu.br

2Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: ana.padilha@iffarroupilha.edu.br

3Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: mariane.ugalde@iffarroupilha.edu.br

**Resumo:** A harmonização envolve o estudo das características do alimento e do vinho, a fim de conseguir atingir o equilíbrio entre os constituintes. Contudo, normalmente, leva-se em conta apenas os aspectos gerais dos alimentos e dos vinhos e a harmonização é desenvolvida de maneira empírica. Assim, percebe-se que estudar a harmonização é uma área muito complexa que pode se interligar com diversas outras áreas relacionadas com o estudo dos alimentos. Desta maneira, objetivou-se conhecer o estado de arte da literatura, referente ao estudo da harmonização sob a perspectiva da ciência de alimentos. A metodologia empregada consistiu em uma análise bibliométrica. O estudo tem característica teórica, possui objetivos descritivos e exploratórios e os procedimentos metodológicos enquadram-se como levantamento bibliográfico. A partir das palavras-chave estipuladas, foram encontrados 22 trabalhos relacionados com o tema. Os trabalhos são provenientes de diversos países e publicados entre o ano de 2005 e 2022. A partir das informações provenientes dos estudos abordados, podemos observar diferentes abordagens, objetivos e metodologias para avaliar a harmonização do ponto de vista da ciência de alimentos e confirma-se a complexidade do assunto, mas que é possível desenvolver metodologias a fim de tornar a harmonização algo menos subjetivo.

**Palavras-chave:** comida; enogastronomia; harmonização; vinho

## INTRODUÇÃO

A gastronomia consiste em uma área que abrange tudo o que está relacionado com o alimento. Dentro desta área, existe uma subárea denominada “enogastronomia”, a qual estuda a harmonização entre o vinho e o alimento (1).

A harmonização envolve o estudo das características do alimento e do vinho, a fim de conseguir atingir o equilíbrio entre os constituintes, fazendo com que nenhum se sobreponha, garantindo assim, a apreciação das características de ambos (2, 3). É necessário levar em conta o sabor e estrutura do alimento, os temperos e os métodos de cocção empregados, pois todos estes fatores são variáveis que impactam diretamente na escolha adequada do vinho (2, 4).

Ao mesmo passo, o vinho apresenta uma série de variáveis que merecem a mesma atenção, como por exemplo: o tipo de vinho utilizado, se branco, tinto, rosé, espumante, vinho de sobremesa; as técnicas de vinificação empregadas, as quais impactam diretamente na estrutura do vinho; o *terroir*, que consiste nos fatores climáticos, geográficos e humanos que influenciam na característica de um produto. Todos estes fatores influenciarão na acidez, tanicidade e alcoolicidade que o vinho apresentará, e estes fatores são norteadores para a definição do tipo de alimento que irá harmonizar com a bebida (2).

Normalmente, empregam-se duas formas de executar a harmonização: por semelhança, na qual, buscam-se características semelhantes entre o vinho e a comida, para que juntas, alcancem a harmonia de sabores, aromas e texturas. A outra maneira de harmonizar, é por contraste, neste caso, escolhem-se atributos diferentes entre o vinho e a comida, a fim de que eles se complementem, como por exemplo, para alimentos gordurosos, é preciso que o vinho contenha acidez ou efervescência ou elevado potencial alcoólico, para atuar como agente “limpante” da gordura (5).

De modo geral, percebe-se um aumento de interesse sobre o assunto (4, 5, 6). Entretanto, normalmente, nota-se que estudos e o interesse sobre o assunto não apresenta cunho científico, devido à complexidade da temática. Além disso, essa área pode se interligar com diversas outras temáticas relacionadas com o estudo dos alimentos.

Desta forma, a partir deste estudo, pretende-se conhecer o estado de arte da literatura, referente ao estudo da harmonização sob a perspectiva da ciência de alimentos.

Para alcançar este objetivo, realizou-se uma análise bibliométrica. O estudo tem característica teórica, possui objetivos descritivos e exploratórios e os procedimentos metodológicos enquadram-se como levantamento bibliográfico, uma vez que são baseados na observação de pesquisas referentes ao assunto abordado (7).

Primeiramente, foi realizado um estudo preliminar a fim de encontrar as palavras-chave que melhor descrevem o assunto. As palavras-chave selecionadas foram: “harmonização”, “vinho e comida”, “enogastronomia”, “*food pairing*”, “*wine and food*” and “*enogastronomy*”. As palavras-chave foram utilizadas em conjunto, uma vez que, se empregadas em separado, acabavam por abranger artigos que tinham pouca relação com o assunto. Os pares escolhidos foram: “vinho e comida” e “harmonização”; “harmonização” e “enogastronomia”, “*food and wine*” e “*food pairing*”, “*food pairing*” e “*enogastronomy*”.

Após, prosseguiu-se a pesquisa, utilizando as referidas palavras-chave nas principais bases de dados, a saber, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*. Foram considerados os

artigos mais relevantes e não foram aplicados filtros, tais como o ano de publicação, a fim de verificar a evolução das pesquisas ao longo do tempo. Após, foram selecionados os artigos, os quais compuseram o banco de dados, e, com base na leitura dos resumos dos artigos selecionados, formulou-se a compilação final dos artigos mais relevantes referentes ao assunto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia anteriormente descrita, foi realizada a pesquisa colocando as palavras-chave, tanto em português como em inglês, entre aspas, nos citados mecanismos de busca. Com base na análise bibliométrica foram selecionados os artigos de maior relevância relacionados ao assunto (Quadro 1).

Quadro 1. Artigos que estudaram a harmonização entre vinho e comida sob a perspectiva da ciência de alimentos.

<b>Artigo/Ano/Referência</b>	<b>Abordagem</b>
Otimização linear na harmonização de pratos e vinhos regionais do Vale do São Francisco/2022 (8)	Desenvolvimento de uma modelagem matemática (otimização linear) para definir harmonizações entre pratos e vinhos típicos do Vale do São Francisco.
Appropriate food and wine pairings and wine provenance information: Potential tools for developing memorable dining experiences/2021 (9)	Realização de análise sensorial descritiva de alimentos, preparos complexos, vinhos e das combinações entre vinho e comida, além de teste de preferência do consumidor.
Promoting sustainability through regional food and wine pairing/2021 (10)	Promoção da sustentabilidade do turismo utilizando como ferramenta a harmonização entre pratos e vinhos (questionários).
Using check-all-that-apply to evaluate wine and food pairings: an investigation with white wines/2021 (11)	Determinação de como os consumidores avaliam a harmonização entre vinho e comida utilizando o método “Check-all-that-apply”.
Intertwined: What makes food and wine pairings appropriate?/2020 (12)	Estudo dos fatores que influenciam na harmonização entre o vinho e a comida.
Possibilities of wines and fish dishes pairing: preliminar study/2019 (13)	Análise sensorial e questionário <i>on-line</i> para verificar possibilidades de harmonização entre vinho e pratos à base de peixe.
Harmonização de vinhos finos com preparações veganas/2018 (14)	Análise sensorial com avaliadores semi-treinados para definição da harmonização entre vinhos e preparos veganos.
Changes in wine perception induced by food: influence of physiological and psychological factors/2017 (15)	Análise sensorial para verificar mudanças na percepção sensorial do vinho induzida pela comida.
An exploratory study to develop Korean food and wine pairing criteria/2017 (16)	Estudo qualitativo e quantitativo por meio de entrevistas para verificar critérios de harmonização entre pratos coreanos e vinhos.
Food and wine pairing: A new approach/2017 (17)	Reflexão sobre os novos conceitos relacionados com a harmonização, os mecanismos relacionados com as sensações causadas na boca, a riqueza de sabor, o perfil

	de sabor, além das novas diretrizes gastronômicas.
Emotional responses elicited by wine when pairing with high fat food/2017 (18)	Objetivou avaliar as respostas emocionais provocadas pelo vinho antes e depois da ingestão de comida. As provas foram executadas por um painel treinado e por consumidores não treinados. Os vinhos foram avaliados através de uma ficha de avaliação com descritores emocionais e não-emocionais antes e depois de comerem um prato típico português com alto teor de gordura.
When Chinese cuisine meets western wine/2017 (19)	Estudo da harmonização de vinhos típicos ocidentais com comidas típicas chinesas. Foi utilizado análise experimental fatorial e classificação hedônica.
Wine and cheese: Two products or one association? A new method for assessing wine-cheese pairing/2017 (20)	O objetivo deste estudo foi identificar quais atributos impactaram a dinâmica de gosto de queijo e vinho individualmente, bem como quando consumidos juntos. Três vinhos (um branco, Pouilly Loché; e dois tintos, Maranges e Beaujolais) e três queijos (Comté, Époisses, Chaource) foram avaliados individualmente por um grupo de 60 consumidores usando monoingestão “Sensação de Dominância Temporal” (TDS) com classificações.
Dynamic changes of taste experiences in wine and cheese combinations/2017 (21)	Utilizaram duas avaliações e grupos de avaliadores diferentes. Primeiro, os participantes de uma conferência de vinhos avaliaram qual componente dominava as combinações entre queijo e vinho. Eles também avaliaram a preferência pela combinação. Em segundo lugar, um grupo de alunos e funcionários da Escola de Hospitalidade, Artes Culinárias e Ciência das Refeições da Universidade de Örebro, avaliou combinações de vinho e queijo usando TDS (Sensação de Dominância Temporal).
The chemistry of matching Italian foods with wines/2017 (22)	Estudaram o nível de correspondência entre os alimentos e os vinhos. Depois, foram realizadas as impressões dos emparelhamentos, discutindo a ciência por trás do emparelhamento de vinhos com aquele prato específico.
Algarve – relação enogastronômica/2016 (23)	Desenvolvimento de um modelo de harmonização com vinhos e preparos típicos da região de Algarve.
The impact of liking of wine and food items on perceptions of wine–food pairing/2015 (24)	Aplicação de análise sensorial e entrevista para verificação do impacto do sabor do vinho e da comida na percepção da harmonização.

The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions/2013 (25)	Avaliação de diferenças significativas na percepção da harmonização de diferentes estilos de vinho e comida. Avaliação do impacto do nível de doçura, acidez e tanino do vinho na percepção da harmonização.
Perceived match of wine and cheese and the impact of additional food elements: A Preliminary study/2012 (26)	Avaliação do impacto de itens adicionais na percepção da harmonização entre vinho e queijos.
Understanding consumer preferences for Shiraz wine and Cheddar cheese pairings/2010 (27)	Estudaram o impacto da ingestão de queijo cheddar com dez vinhos Shiraz australianos comerciais de origem e qualidade diversas por meio de escala hedônica por 54 consumidores de vinho e queijo e 22 especialistas em vinhos.
The direct effects of wine and cheese characteristics on perceived match/2005 (4)	Este estudo considera o impacto direto dos elementos de comida e vinho no nível de percepção de comida e vinho usando um painel sensorial treinado.
Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts/2005 (28)	Recomendação baseada em pesquisa científica para harmonizar vinho e queijo utilizando uma escala de linha estruturada bipolar.

Foram encontrados 22 artigos diretamente relacionados com a proposta de investigação. Com relação ao local de publicação, observou-se uma diversidade de países que apresentaram estudiosos interessados pelo assunto. Os trabalhos tiveram autores provenientes do Brasil, República Tcheca, Portugal, Estados Unidos, Austrália, Canadá, Coreia do Sul, Holanda, Taiwan, Argentina, França e Suécia. Sendo que os que mais publicaram foram Estados Unidos (5 trabalhos), Canadá (5 trabalhos), Portugal (4 trabalhos) e Austrália (4 trabalhos). Alguns trabalhos tiveram autores de diferentes países.

Os trabalhos que apresentaram relação direta com a temática proposta foram publicados entre os anos de 2005 e 2022, sendo que, o ano em que mais ocorreram publicações, foi o ano de 2017, com 8 estudos, seguido de 2021, com 3 publicações e 2019 com 2 publicações. Os demais anos compreendidos entre o interstício mencionado, contaram com apenas 1 publicação cada.

Com relação aos estudos, observou-se uma ampla gama de abordagens, sempre voltadas para minimizar a subjetividade inerente ao assunto. Como mencionado anteriormente, é um assunto complexo, de difícil análise, que envolve diversos conhecimentos e a capacidade de análise de cada julgador, além da bagagem desenvolvida por cada um. Desta maneira, as harmonizações costumam ser elaboradas de maneira geral, embasadas pelas regras de harmonização já estabelecidas.

Existem alguns métodos de análise de harmonização desenvolvidos, como o método Mercadini (29) e o método Fisar. (2). Ambos baseiam-se na análise do vinho e do alimento em separado, a partir da atribuição de pontuações a diferentes categorias de intensidade dos atributos, e, após a análise, é possível gerar uma figura poligonal do vinho e do alimento. Quanto mais as figuras forem o espelho uma da outra, mais a harmonização foi acertada. Este tipo de metodologia permite uma análise levando em consideração pequenos detalhes do alimento e do vinho, facilitando a realização de uma correta harmonização, além de torná-la mais objetiva.



Com relação às diferentes abordagens elencadas neste estudo, Silva (8), que desenvolveu um modelo matemático que prevê minimizar ou maximizar relações de combinação em uma função linear e pode ser aplicado em diversas situações, dentre elas, para efetuar harmonizações entre vinhos e alimentos. Os autores escolheram diversos vinhos e pratos típicos e fizeram a análise das características de ambos. Na modelagem, foi definida a regra de combinação única, ou seja, cada prato harmonizou apenas com um vinho. A modelagem gerou a possibilidade de 1.814.400 possibilidades, sendo aplicada a otimização matemática para escolher a combinação de pratos e vinhos que maximizem a harmonização. Os autores discutem que o estudo de novas interações da enogastronomia é crucial para o desenvolvimento da enologia como um todo, pois é necessário evoluir constantemente para entregar cada vez mais produtos de qualidade e experiências enogastronômicas inovadoras. Por se tratar de uma ciência complexa que utiliza de várias outras áreas de estudo, a enogastronomia deve unificar laços cada vez mais com outras ramificações de conhecimento.

Alguns estudos focaram na análise de como os avaliadores analisam vinhos, alimentos e a harmonização. Kustos *et al.* (9) analisaram salame picante, macarrão com queijo, filé grelhado com purê de batata e mousse de chocolate. Escolheram 4 vinhos Shiraz com características marcantes para efetuar a harmonização. Observaram a complexidade do processo de harmonização, o qual sofre influência de diversas variáveis, principalmente do fator emocional dos julgadores.

Moss *et al.* (11) convidaram 112 avaliadores para analisar cinco vinhos brancos, identificando sua percepção sensorial dos vinhos e quais itens alimentares combinam com o vinho usando uma pergunta CATA. Os participantes separaram os vinhos com base na sua doçura e secura, bem como na sua acidez. Os avaliadores gostaram de vinhos brancos doces, cítricos, frutados e florais, e não gostaram de atributos terrosos e azedos. Quando os participantes combinaram o vinho com queijos duros e chocolate, o sabor dos alimentos e dos vinhos se equilibraram; no entanto, quando os vinhos foram combinados com batata frita, bife e torta de limão, isso prejudicou seu gosto. Os autores sugerem que pesquisas futuras solicitem que os participantes expliquem suas escolhas de harmonização usando perguntas abertas para comentários, a fim de melhor compreender os resultados.

A partir do trabalho realizado, concluiu-se que a harmonização de vinhos e preparações é um tema bastante complexo, que leva em conta múltiplas variáveis. É também um universo dinâmico, em construção, e que apesar de possuir algumas regras básicas, se aplicam mais às características do que aos alimentos em si, possibilitando novas descobertas e constante adaptação às diferentes culturas e comportamentos alimentares. Dessa forma, a harmonização com comida vegana é, não somente possível, mas bastante viável, apesar de tintos mais fortes apresentarem um desafio maior do que os outros estilos testados na pesquisa. Apesar da falta de literatura especializada na harmonização com vegetais, este estudo mostra que as possibilidades são promissoras (14).

Já, neste trabalho, o objetivo foi avaliar o efeito da comida na preferência do vinho, antes e após o consumo de alimentos. Foram usados quatro vinhos comerciais, internacionais, tintos e brancos, com diferentes características sensoriais. As provas foram realizadas por um painel treinado de 28 indivíduos, segmentados por sexo, hábitos tabágicos, sensibilidade para o 6-nPropiltiouracil, fluxo de saliva, preferência pelo doce e “neophobia”. Foram criados segmentos adicionais durante o processo de prova. Tais categorias foram: grau de sensibilidade ao cheiro e grau de sensibilidade às sensações de boca. Em resumo, quando se trata de vinho e comida, a apreciação hedônica parece estar mais ligada ao nosso

fundo cultural, social e psicológico que molda a nossa maneira de experimentar estilos de vinhos desconhecidos. Os autores sugerem que estudos futuros de apreciação do vinho devam ser dirigidos sobre essas características pessoais, do que a capacidade de perceber e descrever as características sensoriais dos vinhos (15).

O objetivo deste trabalho, consistiu em analisar preparos e vinhos típicos da região do Algarve a fim de promover a sustentabilidade do ramo turístico da região. Foram aplicadas análises quantitativas e qualitativas por meio de revisão de literatura e análise sensorial por meio de seis *experts* na área e utilizando a metodologia “*Real-Time Delphi*”, que consiste em um questionário de 3 vias (alimentos, vinhos e harmonização). Concluíram que o questionário foi uma ferramenta interessante para o desenvolvimento da enogastronomia local, sendo assim, mais uma metodologia que pode ser empregada para efetuar harmonizações (23).

Este estudo buscou identificar atributos sensoriais de harmonizações adequadas de alimentos e vinhos e relacioná-los com equilíbrio, gosto do consumidor, complexidade sensorial e preço esperado. Um painel de análise descritiva ( $n = 8$ ) avaliou quatro vinhos Shiraz australianos juntamente com quatro amostras de alimentos complexos, resultando em 16 combinações de vinhos e alimentos. Os resultados sugerem que a qualidade da harmonização de alimentos e vinhos pode ser melhor medida com uma combinação de métodos diretos (dominância/equilíbrio, adequação do emparelhamento) e indiretos (complexidade sensorial e gosto), em vez de uma única escala. O resultado deste estudo melhorou a compreensão da relação entre o comportamento do consumidor e as harmonizações entre comida e vinho (12).

O artigo objetivou descobrir qual é o papel do vinho como produto complementar de pratos de peixe e marisco. Empregaram como metodologia uma avaliação sensorial e um questionário *on-line*. A avaliação sensorial foi realizada através da escala JAR com nove provadores com experiência prévia em harmonizações de vinhos e pratos de peixe. O questionário *on-line* foi preenchido por 123 avaliadores que trabalham na área da gastronomia ou com experiência na harmonização de vinhos e pratos de peixe. Conclui-se que vinho tinto e peixe nem sempre significa um resultado desequilibrado uma vez que os desvios foram aceitáveis. Embora os vinhos brancos combinassem melhor e os tintos fossem ligeiramente dominantes, as combinações com vinhos tintos foram melhores do que as combinações mal escolhidas com brancos. Apesar da dominância dos vinhos tintos, eles podem ser uma boa combinação para pratos de peixes que apresentam um maior teor de gordura. Essa percepção é explicada pela regra do contraste na harmonização. As pessoas com experiência anterior na harmonização de vinhos e pratos de peixe veem o vinho como um elemento essencial para potencializar a experiência gastronômica global e representam um elevado potencial no mercado dos restaurantes de peixe (13).

Devido ao aumento da produção e consumo de vinho coreano, aumentou também o interesse em saber como potencializar a harmonização entre vinho e comida da região. Assim, o estudo buscou desenvolver critérios de harmonização entre o vinho e comida coreanos, examinando a adaptabilidade de orientações de harmonização ocidentais para o paladar coreano. O estudo qualitativo foi feito através da realização de 12 entrevistas individuais e uma entrevista em grupo para verificar as características que influenciam a harmonização de comida e vinho coreanas. Dos 151 questionários distribuídos, foram recebidas 138 respostas válidas. Os resultados qualitativos foram testados e mostraram os seguintes resultados: sabores picantes, sabores fortes e a temperatura quente dos alimentos de origem coreana, foram identificadas como características específicas que dificultam a

harmonização dos vinhos. Dentre os resultados, dois critérios foram identificados, e consistiram no principal resultado da pesquisa. Os entrevistados apontaram que vinho com sabor de carvalho combina bem com alimentos com sabor de molho de soja; e o vinho seco e tânico pode ser combinado com pratos condimentados, o que normalmente não é verificado na maioria das sugestões de harmonização, reforçando a importância deste tipo de investigação (16).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as respostas emocionais provocadas pelo vinho antes e depois da ingestão de comida. As provas foram executadas por um painel treinado e por consumidores não treinados. Os vinhos foram avaliados através de uma ficha de avaliação com descritores emocionais e não-emocionais antes e depois de comerem um prato típico português com alto teor de gordura. No geral, a comida não alterou as pontuações atribuídas aos vinhos, mas algumas das suas características foram classificadas diferentemente, através da prova emocional. A partir dos resultados, especularam que o painel não treinado avaliou os vinhos com base no que estão habituados a beber, dando pontuações mais baixas aos vinhos pouco familiares. O painel treinado demonstrou correlações mais altas entre os descritores emocionais e sensoriais, por entender melhor as diferentes gamas de qualidades dos vinhos. Em conclusão, a ficha de prova emocional foi de fácil interpretação para todos os segmentos de consumidores, levando a respostas abertas e honestas pois esta apela aos sentimentos pessoais dos provadores (18).

O estudo avaliou a harmonização de vinhos ocidentais como Chardonnay, Riesling, Merlot e Cabernet Sauvignon, com preparos da autêntica cozinha chinesa. A avaliação sensorial foi realizada para medir o nível afetivo na harmonização de comida e vinho. Foi realizado um experimento fatorial para obter a afeição sensorial do painel de degustação. A classificação hedônica foi adotada para avaliar a resposta afetiva das combinações de cozinha e vinho. Os resultados do teste afetivo indicaram que o Riesling foi o vinho preferido para harmonizar com a maioria das cozinhas chinesas em questão. A interação foi significativa entre diferentes cozinhas e vinhos, indicando que o padrão sensorial hedônico da culinária pode ser influenciado pelo tipo de vinho harmonizado. O estudo efetuou a descrição do perfil sensorial dos preparos, tarefa que pode ser de grande valia para auxiliar no processo de harmonização (19).

O objetivo deste outro estudo foi identificar quais atributos impactam a dinâmica do gosto pelo queijo e vinho individualmente, bem como quando consumidos em conjunto. Três vinhos (um branco e dois tintos) e três queijos (Comté, Époisses, Chaource) foram avaliados por um grupo de 60 consumidores usando mono-ingestão Sensação de Dominância Temporal (TDS) com classificações hedônicas simultâneas. A mesma tela de aquisição de dados foi utilizada para todos os produtos mostrando uma lista única de 14 descritores (cobrindo a percepção de queijo e vinho) e uma escala hedônica para classificação dinâmica de gostar. Houve um efeito do vinho no gosto das combinações, mostrando que no presente caso, vinho branco foi um melhor companheiro para os queijos avaliados do que os vinhos tintos. Este gosto foi explicado por uma duração reduzida de adstringência ou amargor como dominante. Outra constatação foi que adstringência, amargor e acidez no vinho e nas combinações de vinho e queijo foram percebidas como motivadores negativos da preferência dos consumidores. Os resultados consistem em informações importantes a serem consideradas não só na harmonização de vinhos com queijos, mas também ao comunicar as características dos produtos aos consumidores. O método inovador utilizado no presente trabalho abre um novo campo na avaliação de harmonização de vinho. Isso pode ser usado não apenas com queijo, mas também harmonizando vinho (ou cerveja) com pratos (20).

O estudo de Nygren e Nilsen (21) mostrou que os consumidores gostaram do vinho branco doce em combinação com queijo de mofo azul, Roquefort, mais que vinhos brancos semi-secos e vinhos tintos utilizados neste estudo. O estudo também mostrou que o forte sabor do queijo de mofo azul dominou a combinação independentemente de o vinho ser branco ou tinto, doce ou seco. Por fim, o estudo mostrou que o método de avaliação TDS permite obter informações dinâmicas sobre o processo de comer uma refeição e entender mais sobre o relacionamento entre o gosto do consumidor e a experiência dinâmica do gosto. No entanto, um maior conhecimento do que impulsiona a percepção de correspondência é necessário para entender as recomendações de comida e vinho que satisfarão o consumidor. Modelos têm sido desenvolvidos para entender os fatores que afetam as experiências das refeições, como a combinação de vinho e queijo. A força desses modelos é que eles incluem o produto, bem como os consumidores e o meio ambiente.

Collinsworth e Maynard (22) estudaram a ciência por trás da combinação de comida italiana com vinhos. Este trabalho visou usar exemplos de degustações de comidas italianas com diferentes vinhos para educar seus leitores sobre a ciência por trás da harmonização, descrevendo vários componentes que contribuem para o sabor geral do vinho e dos alimentos. Oito pratos tradicionais italianos foram selecionados para cobrir grande parte dos aspectos da comida italiana, e três vinhos foram provados com cada prato. Os pratos escolhidos foram lasanha, frango ao parmesão, espaguete à bolonhesa, risoto de parmesão, massa de frango e camarão, pizza margherita, bruschetta e tiramisu. Para cada receita, foram selecionados pelo menos um vinho tinto e um vinho branco. Também foi selecionado um vinho que se esperava que combinasse bem com o prato e outro que provavelmente não o faria na escolha dos três vinhos. Cada prato foi degustado com os três vinhos, e as combinações foram analisadas para uma variedade de características. Além disso, o nível de correspondência foi anotado, desde uma correspondência negativa até uma correspondência sinérgica. Depois foram realizadas as impressões das harmonizações, discutindo a ciência por trás do emparelhamento de vinhos com aquele prato específico. No estudo, as notas de degustação demonstraram correlação com os resultados esperados explicados pelas regras de harmonização, alinhando-se com a ideia de que a combinação entre comida e vinho pode ser decifrada pela ciência.

No estudo de Herrington e Seo (24) avaliaram o impacto do perfil sensorial de vinhos e alimentos na percepção da correspondência entre vinho e comida. Observaram que as diferenças significativas seguiram percepções tradicionais de correspondências e incompatibilidades e são relacionadas com o conhecimento empírico na área. Sugeriram que pesquisas futuras utilizem um tamanho de amostra maior e mais combinações de vinho e comida. Especificamente, pesquisas futuras devem avaliar relações mais complexas, como pratos de comida complexos e elementos na comida e no vinho que são prováveis impulsores de uma combinação ou incompatibilidade. Este fluxo de pesquisa também se beneficiaria de uma maior compreensão das características dos participantes nas percepções de correspondência ou incompatibilidade. Estudos adicionais também devem considerar o impacto do treinamento ou educação sobre a capacidade de prever níveis de correspondência ou incompatibilidade para combinações de comida e vinho, articular o impacto de vários elementos em corresponder às percepções e prever combinações de alimentos com base no elemento-chave comum a variedade de bebidas (cerveja, chá, café, refrigerante, etc.). Esta pesquisa evidencia a importância de compreender fatores científicos que norteiam o processo de harmonização.

Koone *et al.* (25) exploraram se haviam diferenças significativas na percepção da harmonização para uma variedade de estilos de comida e vinho, além da avaliação do impacto do nível de açúcar, acidez e tanino do vinho na percepção de harmonização. As correspondências de vinho mais percebidas para cada item alimentar foram: Sauvignon Blanc e chèvre, Chardonnay e brie, Cabernet Sauvignon e salame italiano picante, e Vinho do Porto e chocolate ao leite. Os níveis de doçura, acidez e tanino do vinho afetaram significativamente o nível de combinação com certos itens alimentares. Verificou-se também que a experiência na avaliação de harmonizações impactou significativamente o nível de combinação, indicando diferenças entre os participantes mais experientes e iniciantes no papel que a doçura, a acidez e o tanino do vinho tiveram no nível de combinação.

Harrington *et al.* (26) avaliaram a harmonização entre vinhos e queijos e observaram que a união entre certos alimentos e vinhos, aumentou a percepção dos sabores de ambos. Também verificaram que há diferenças substanciais nas percepções entre os participantes, apoiando os argumentos atuais sobre diferenças individuais na percepção sensorial. Os resultados desta pesquisa fornecem implicações valiosas para os profissionais e pesquisadores da área. Além disso, os achados apontam para o potencial aumento de correspondências ideais entre queijo e vinho com a adição de outros elementos alimentares que adicionam camadas de sabores e outros contrastes.

Dez vinhos Shiraz australianos comerciais de origem e qualidade diversas foram avaliados hedonicamente por 54 consumidores de vinho e queijo e 22 especialistas em vinhos. Os vinhos foram harmonizados com um único queijo Cheddar e os consumidores foram solicitados a avaliar os pares "ideais" e indicar uma preferência hedônica pelos pares. Um painel de análise descritivo de sete juízes avaliou as propriedades sensoriais dos vinhos antes e após o consumo do queijo. O painel indicou que o consumo do queijo Cheddar antes da degustação do vinho teve efeitos sensoriais semelhantes em todos os vinhos, incluindo uma redução no comprimento do sabor e na intensidade da adstringência, enquanto a qualidade dos taninos tornou-se mais sedosa. Todos os vinhos dominaram o sabor do queijo, mas o vinho que dominou mais o sabor do queijo foi a harmonização menos apreciada, enquanto o vinho que dominou o queijo em segundo lugar foi a harmonização mais apreciada. Esses resultados confirmam aqueles de trabalhos anteriores de que o consumo de queijo antes da degustação do vinho pode modificar o perfil sensorial do vinho através de uma percepção reduzida de uma série de atributos do vinho. Isto pode ocorrer devido à ingestão de alimentos que mascaram certas características consideradas mais agressivas do vinho (tanino, acidez ou alcoolicidade), aumentando o gosto pelo vinho (27).

Este estudo considerou o impacto direto dos elementos da comida e do vinho no nível de harmonização percebida usando um painel sensorial treinado. Seguindo uma relação hierárquica de componentes, textura e características de sabor, a regressão foi usada para testar o impacto de cinco elementos do vinho presentes em seis variedades de vinho no nível de harmonização para quatro queijos diferentes. O nível geral de doçura no vinho afetou a correspondência percebida em todos os queijos. Relações adicionais variaram de acordo com o tipo de queijo, enquanto relações significativas foram mostradas para o nível de doçura do vinho e o corpo geral do vinho. Relações significativas foram mostradas para o nível de doçura do queijo, o nível de tempero e o corpo geral do queijo. Enquanto as oportunidades de emparelhamento de vinho e comida são abundantes, a comida e as relações com o vinho e o processo de harmonização não é claramente articulado ou pesquisado nas áreas de hospitalidade, gestão de *foodservice* ou turismo gastronômico. Com o crescimento da



produção de vinho em muitas regiões do novo mundo, parece ser uma área madura para pesquisa, treinamento e desenvolvimento profissional (28).

King e Kliff (28) objetivaram fornecer recomendações de harmonização entre vinho e queijos, baseadas em pesquisas científicas. Foram utilizados 9 queijos canadenses premiados e 18 vinhos (seis brancos, seis tintos e seis vinhos especiais). Vinte e sete profissionais de vinhos e alimentos classificaram os pares de vinhos e queijos usando uma escala bipolar de linhas estruturadas (12 cm). O “par ideal”, pontuado no ponto médio da escala, foi definido como uma combinação de vinho e queijo onde nem o vinho nem o queijo dominavam. Para cada queijo, as pontuações médias de desvio do ideal foram determinadas e avaliadas por análise de variância. Pontuações mais próximas de seis foram consideradas “ideais”, enquanto pontuações mais altas ou mais baixas representavam pares onde o “vinho” ou o “queijo” dominavam, respectivamente. Em geral, os vinhos brancos tiveram pontuações médias mais próximas de seis (“ideal”) do que os vinhos tintos ou especiais. Os vinhos de colheita tardia, gelados e do tipo Porto foram mais difíceis de harmonizar. Os juízes variaram consideravelmente em suas avaliações individuais, refletindo um alto grau de expectativa e preferência pessoal. Os autores consideram a complexidade do assunto e que o conceito da nova teoria do sabor é o “perfil de sabor”. No domínio do sabor, “sensação na boca” e “sabor riqueza” são os parâmetros que usamos para ajudar a definir sabores. Também afirmam que pequenas mudanças na preparação levam a grandes mudanças no sabor. Isso é muito importante, visto que normalmente, quando se fala em harmonização, não se leva em conta as técnicas de cocção e os temperos utilizados nos preparos, falando-se deles de maneira generalizada apenas, por exemplo, que vinho branco combina com peixe. Quantidades de sal e várias ervas, acidez, a espessura de um molho, tudo, à sua maneira, alteram o perfil de sabor.

O mesmo se aplica aos vinhos: coisas como o uso de uma determinada cepa de levedura, alteração da duração do período de vinificação, variação de temperatura durante a fermentação e o uso de barris de madeira irá influenciar o perfil de sabor do vinho. Isso explica por que os vinhos não têm todos o mesmo sabor, embora venham da mesma região, ano e casta. Essas características explicam a complexidade do processo de harmonização e a necessidade de dirigir estudos que auxiliem a dirimir este assunto (17).

A partir das informações provenientes dos estudos abordados neste trabalho, podemos observar diferentes abordagens, objetivos e metodologias para avaliar a harmonização do ponto de vista da ciência de alimentos. A natureza complexa da harmonização de alimentos e vinhos ainda não é totalmente compreendida, mas os especialistas concordam que as combinações apropriadas podem aprimorar os sabores desejáveis tanto da comida quanto do vinho, e pode ser uma estratégia inovadora e lucrativa para atender às demandas dos consumidores (6).

## CONCLUSÕES

A enogastronomia tem gerado interesse em diversos âmbitos, dentre eles na área acadêmica. Contudo, por envolver aspectos subjetivos para avaliação, torna-se difícil trabalhar a harmonização entre vinho e alimentos de uma maneira científica. Assim, muitos estudiosos se debruçaram a estudar o assunto, desenvolvendo métodos para elaborar harmonizações menos subjetivas e mais focadas nos detalhes dos alimentos e dos vinhos, de modo a evitar desenvolver combinações baseadas unicamente em aspectos gerais e com forte



impressão pessoal dos julgadores. A exemplo destes métodos, pode-se citar o método Mercadini e Fisar, os quais merecem uma maior investigação por parte da academia.

Diversos estudos elencados nesta revisão fizeram abordagens para analisar o que mais influencia na harmonização, como por exemplo, estudar diferentes vinhos e alimentos observando a percepção de julgadores treinados e não treinados e fazer uso de diferentes metodologias científicas no intuito de remover o fator subjetivo normalmente empregado nos processos de harmonização.








Observa-se que ainda há um grande espaço de estudo referente ao assunto, o qual pode ser muito útil para o turismo, comércio, desenvolvimento territorial e para a ciência dos alimentos.

## REFERÊNCIAS

- (1) Barbosa NM, de Souza NG. Bioma Pampa: A enogastronomia no terroir da Campanha Gaúcha e a gastronomia no Rio Grande do Sul [Trabalho de conclusão de curso]. Blumenau: Faculdade Senac; 2021.
- (2) Rabachino, R. Harmonização: o equilíbrio entre o vinho e o alimento. Caxias do Sul: Educ; 2012.
- (3) Novakoski D, Freire R. Enogastronomia: a arte de harmonizar cardápios e vinhos. 2ª reimpr. Senac; 2012.
- (4) Harrington RJ, Hammond RMS. The direct effects of wine and cheese characteristics on perceived match. *J. Foodserv.* 2005;8:37-54.
- (5) Spence C, Wang QJ, Youssef J. (2017). Combinando sabores e a ordem temporal da degustação. *Sabor.* 2017;6:1-15.
- (6) Kustos M. The gastronomic experience of fine Australian wines of provenance and food pairings [Tese]. Austrália: University of Adelaide, School of Agriculture, Food and Wine; 2019.
- (7) Gil AC. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. Atlas; 2008.
- (8) SILVA RA. Otimização linear na harmonização de pratos e vinhos regionais do vale do São Francisco [Trabalho de conclusão de curso]. Pernambuco: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural; 2022.
- (9) Kustos M, Goodman S, Jeffery DW, Bastian SEP. Appropriate food and wine pairings and wine provenance information: Potential tools for developing memorable dining experiences. *Food Qual Prefer.* 2021;94:104297.
- (10) Serra M, Antonio N, Henriques C, Afonso CM. Promoting sustainability through regional food and wine pairing. *Sustainability.* 2021;13:13759.
- (11) Moss R, Barker S, McSweeney MB. Using check-all-that-apply to evaluate wine and food pairings: An investigation with white wines. *J Sens Stud.* 2022;37:12720.
- (12) Kustos M, Heymann H, Jeffery DW, Goodman S, Bastian SEP. Intertwined: What makes food and wine pairings appropriate? *Food Res Int.* 2020; 136:109463.
- (13) Žižka E, Zelený J, Vins Z. Possibilities of wines and fish dishes pairing: Preliminary study. 11th Annual International Conference on Hospitality, Tourism and Education. 2019;11.

- (14) Ferreira, MS. Harmonização de vinhos finos com preparações veganas [Trabalho de conclusão de curso]. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2018.
- (15) Manataki C. Changes in wine perception induced by food: influence of physiological and psychological factors. [Dissertação]. Portugal: European Master of Science in Viticulture and Enology. Universidade de Lisboa; 2017.
- (16) Kim S, Lecat B. An exploratory study to develop Korean food and wine pairing criteria. *Beverages*. 2017;3:40.
- (17) Klosse P. Food and wine pairing: A new approach. *RHM*. 2011;1:5-8.
- (18) De Almeida SCA. Emotional responses elicited by wine when pairing with high fat food [Dissertação]. Portugal: Universidade de Lisboa; 2017.
- (19) Wang S-T. When Chinese cuisine meets western wine. *Int J Gastron Food Sci*. 2017;7:32-40.
- (20) Galmarini MV, Dufau L, Loiseau AL, Visalli M, Schlich P. Wine and cheese: Two products or one association? A new method for assessing wine-cheese pairing. *Beverages*. 2018;4:13.
- (21) Nygren T, Nilsen AN, Ostrom A. Dynamic changes of taste experiences in wine and cheese combinations. *J Wine Res*. 2017;28:105-122.
- (22) Collinsworth S, Maynard R. The Chemistry of matching Italian foods with wines [Tese]. Estados Unidos: Universidade do Sul da Califórnia; 2017.
- (23) Serra MAD. Algarve – relação enogastronômica [Dissertação]. Portugal: Universidade do Algarve; 2015.
- (24) Harrington RJ, Seo HS. The impact of liking of wine and food items on perceptions of wine–food pairing. *J Foodserv*. 2015; 18:489–501.
- (25) Koone R, Harrington RJ, Gozzi M, McCarthy M. The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions. *J Wine Res*, 2014;25:158-174.
- (26) Harrington RJ, McCarthy M, Gozzi M. Perceived match of wine and cheese and the impact of additional food elements: A Preliminary Study. *J Foodserv*. 2010;13:311-330.
- (27) Bastian SEP, Collins C, Johson TE. Understanding consumer preferences for Shiraz wine and Cheddar cheese pairings. *Food Qual Prefer*. 2010;21:668-678.
- (28) King M, Cliff M. Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts. *J Food Qual*. 2005; 28:245-256.
- (29) Lapkouski, AK. Análise de dados aplicada à enogastronomia [Trabalho de conclusão de curso]. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2018.

**APROVEITAMENTO INTEGRAL DA ABÓBORA (*Cucurbita* spp) NO DESENVOLVIMENTO DE EMPADA VEGANA**

**Bárbara Silva** <sup>1</sup>; **Aiza Nalanda Conceição Silva** <sup>1\*</sup>; **Mírian Lêda Gomes Araújo** <sup>1</sup>; **Luciana Façanha Marques** <sup>2</sup>; **Camilla Salviano Bezerra Aragão** <sup>2</sup>; **Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes** <sup>2</sup>; **Jose Honorio Pereira Lopes Neto** <sup>3</sup>.

\**Bárbara Silva* – Email: (barbara.silva@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>*Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <barbara.silva@aluno.ifsertao-pe.edu.br>, <aiza.nalanda@aluno.ifsertao-pe.edu.br>, <mirian.leda@aluno.ifsertao-pe.edu.br>.*

<sup>2</sup>*Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br>, <marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>, <camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>, <janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br>.*

<sup>3</sup>*Tecnico de laboratório do curso de Tecnologia Alimentos, Instituto Federal do Sertão <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>.*

**Resumo**

Este estudo investigou a aplicação da farinha de abóbora em produtos de panificação, visando não apenas aprimorar o sabor, mas também atender às demandas nutricionais e de mercado impulsionadas pelo crescimento dos movimentos vegetariano e vegano. O estudo visou a aplicação integral da abóbora na formulação de empadas veganas, com a inovação de utilizar tanto a farinha derivada de suas sementes quanto as cascas como recheio. Foram elaboradas duas formulações do produto: uma empregando farinha branca e outra, farinha integral, ambas enriquecidas com recheio de casca de abóbora. Esse processo não apenas promoveu a valorização completa do vegetal, mas também buscou oferecer ao público vegetariano e vegano uma alternativa alimentar sustentável e nutricionalmente vantajosa. Através de testes sensoriais, incluindo aceitação e intenção de compra, observou-se uma aceitação moderada, indicando um potencial de mercado para as empadas. O estudo sugere que a inclusão de farinha de abóbora pode ser uma estratégia inovadora e nutricionalmente valiosa na panificação vegana.

**Palavras-chave:** alimentos funcionais; análise sensorial; CATA e sementes.

## INTRODUÇÃO

Em meio ao crescente interesse por alimentos nutritivos e sustentáveis, a abóbora se destaca como uma opção promissora. A abóbora é uma hortaliça que tem apresentado aumento do seu consumo diariamente pelo fato do fruto apresentar características benéficas para o consumidor, facilitando o acesso a produtos vegetais com altos teores nutricionais, tornando-se ótima aliada a dieta (1).

No Brasil, as abóboras já faziam parte da alimentação de povos indígenas desde antes do descobrimento e colonização e são amplamente distribuídas, de acordo com os dados da Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM) as abóboras representam o segundo grupo de hortaliças de alto valor no mercado varejista (2).

Essa valorização histórica e atual da abóbora no mercado brasileiro abre caminho para inovações sustentáveis na indústria alimentícia, como a transformação de suas sementes em produtos de valor agregado (3). Para minimizar esse desperdício e agregar benefícios econômicos ao produtor e à indústria alimentícia, torna-se necessário que as sementes sejam utilizadas em escala a nível industrial (4).

Desse modo, existem alternativas de aproveitamento de subprodutos industriais, como a transformação de sementes em farinha. A utilização de farinha de abóbora em diversos produtos de panificação pode ser uma alternativa viável para aperfeiçoar o sabor desses produtos e aumentar o consumo de abóbora, por se tratar de um vegetal rico em diversos nutrientes (5).

Com origem na Grécia Antiga, é o que diz as referências persas, segundo Barbaries e Casas, foi somente na Península Ibérica que o nome empada foi dado a essa iguaria, onde o mesmo surgiu do termo espanhol, empanado que significa pão. Com o descobrimento de vários países, a empada chegou a diversos continentes, sendo que cada região adaptava a iguaria de acordo com suas culturas gastronômicas, surgindo assim os mais variados sabores do mesmo produto (6).

O movimento vegetariano e vegano no mundo tem dado respostas às demandas reprimidas de um público específico. Percebe-se essa dinâmica de crescimento a partir da iniciativa de grandes redes de fast-food que passam a incluir opções vegetarianas ou veganas em seus cardápios, ou a partir da abertura de unidades dedicadas somente a esse segmento. Além dessa adaptação de negócios já existentes, pode-se observar a criação de novos modelos de negócios que enxergam nesse segmento a possibilidade de rápido crescimento (7).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (8).

Os testes de aceitação também chamados de grau de preferência compreendem os métodos que expressam a opinião pessoal do julgador, ou seja, sua aceitabilidade com

relação a um determinado produto. São utilizados quando se necessita conhecer o status afetivo dos consumidores com relação aos produtos testados (9).

O grupo de foco (focus group) é uma técnica qualitativa de coleta de dados que envolve o recrutamento preciso e cuidadoso de consumidores para participarem de uma discussão em grupo coordenada por um mediador. É caracterizado pela utilização de técnicas e interações grupais a fim de se obter informações sobre determinado tópico que não seriam possíveis descobrir sem tal interação. O teste sensorial CATA (*Check All That Apply*) consiste na identificação das características que certo produto possui, por meio de uma lista de palavras ou frases relacionadas ao mesmo. O formato da questão CATA permite aos julgadores (consumidores) escolher todos os atributos que julgarem necessários para descrever o produto, a partir da lista apresentada (10).

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma empada vegana feita a partir da farinha da semente da abóbora com recheio da casca.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal, localizado no IFSertãoPE, campus Salgueiro. Para a elaboração da empada foram utilizados os seguintes ingredientes: Farinha de trigo branca, farinha de trigo integral, farinha de semente de abóbora, manteiga de palma, casca de abóbora, tomate, cebola, alho, pimenta de cheiro, coentro, cebolinha, milho em conserva, azeitona, pimenta do reino, colorífico, salsa desidratada, cebola desidratada, alho desidratado, Cury, açafrão e sal. As matérias primas utilizadas no processamento foram, em parte, obtidas em mercado local (Salgueiro-PE).

Para obtenção da farinha de semente de abóbora foi realizado o processo de secagem. As sementes foram levadas ao forno convencional por 20 minutos sob 180 °C, seguindo para etapa de trituração através do uso de liquidificador industrial, finalizando com a etapa de peneiramento. A farinha foi armazenada em sacos plásticos sob temperatura ambiente.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processamento das empadas veganas com farinha da semente de abóbora recheada com a casca de abóbora.

A etapa de seleção da abóbora foi feita em uma quitanda, as selecionadas foram levadas para o laboratório de processamento de matérias primas vegetais do IFSertãoPE, foi realizado o primeiro passo de sanitização do legume, utilizando-se 3 litros de água para 3 colheres de sopa de água sanitária, a abóbora foi submersa por 15 minutos, após feito esse processo a abóbora foi cortado para seleção das sementes. Em seguida as sementes foram levadas para secagem e trituração e obtenção da farinha.

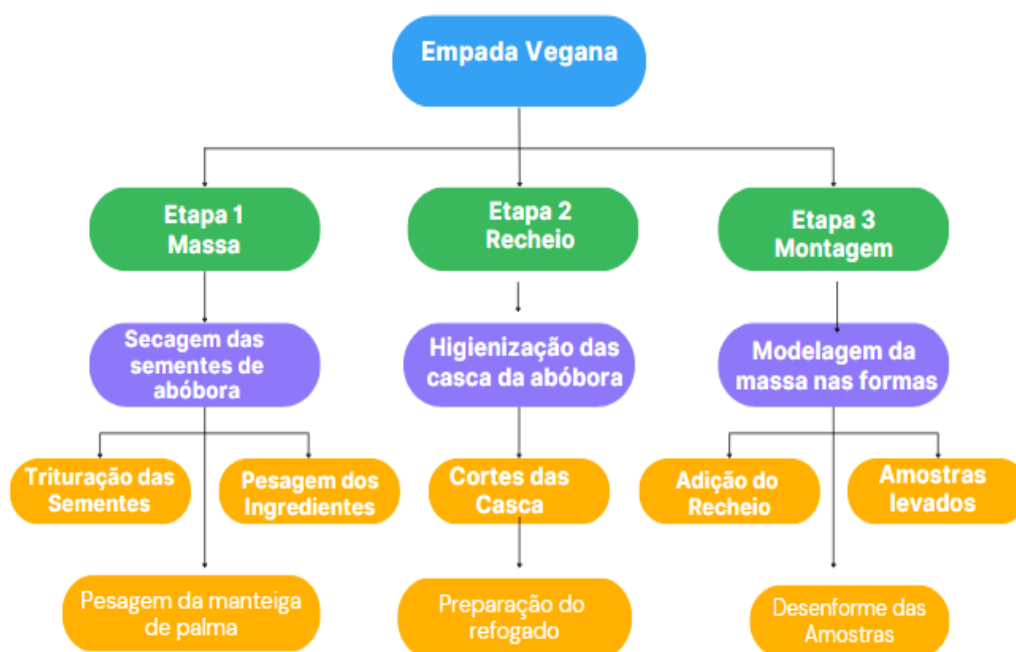


Figura 1 –Fluxograma de processamento das formulações de empada vegana recheada com casca de abóbora (formulação 1: farinha de trigo e farinha de semente de abóbora; formulação 2: farinha de trigo integral e farinha de semente de abóbora)

A secagem foi feita em um forno tradicional utilizando uma forma de alumínio, foi levado a 180°C por 30 minutos e depois levada ao triturador até que as sementes formassem uma farinha, depois peneirada para remoção dos fragmentos mais grosseiros.

Depois da retirada das sementes foi feito o descascamento da abóbora, as cascas foram então cortadas em fatias pequenas e reservadas para utilização no recheio. A preparação do recheio foi feita em uma frigideira de alumínio. Inicialmente as cascas da abóbora foram refogadas apenas com azeite e conforme o tempo foi adicionado os temperos frescos e secos. As cascas permaneceram em fogo baixo durante 20 minutos até obter uma consistência macia.

Na preparação da formulação 1 foram pesados 400g da farinha branca, 100g da farinha da semente de abóbora e 350g de manteiga de palma, os ingredientes foram então incrementados até que atingisse o ponto de uma massa lisa e homogênea, a massa foi dividida e colocada em pequenas formas sendo, logo após, adicionado o recheio em cada uma. As empadas foram levadas ao forno industrial onde permaneceram à 180°C por 30 minutos, após este tempo as formulações foram retiradas e permaneceram esfriando em temperatura ambiente para no fim serem desenformadas.

Na preparação da formulação 2 foi utilizado 400g da farinha integral, 100g da farinha da semente de abóbora e 350g da manteiga de palma os ingredientes foram então incrementados até que atingisse o ponto de uma massa lisa e homogênea, a massa foi dividida e colocada em pequenas formas sendo, logo após, adicionado o recheio em cada uma. As



empadas foram levadas ao forno industrial onde permaneceram à 180°C por 30 minutos, após este tempo as formulações foram retiradas e permaneceram esfriando em temperatura ambiente para no fim serem desenformadas. Ao final do processo foram separadas as formulações 1 e 2 e armazenadas em temperatura ambiente até o momento das análises.

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IFSertãoPE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78466624.1.0000.8052, reconhecido pela comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

Para a realização do grupo de foco foram selecionados de 8 a 12 alunos do curso superior de Tecnologia de Alimentos. Foi servida uma amostra de cada amostra do produto aos julgadores que deveriam relatar o máximo de atributos sensoriais identificados no produto. Em seguida, foram selecionados os atributos de relevância para elaboração da ficha para o teste CATA. Para realização dos testes de aceitação, intenção de consumo e o CATA, foram recrutados de forma aleatória 100 julgadores não treinados, sendo eles alunos e servidores do IFSertãoPE.

A ficha de recrutamento foi aplicada com o objetivo de identificar os perfis dos julgadores (sexo, escolaridade, idades e outros). Para o teste de aceitação foram servidas aos julgadores formulação na temperatura convencional de apresentação, em porções de 25 a 35g em recipiente branco codificado com números de três dígitos acompanhado de um copo de água para eliminação do sabor residual na boca. Há intenção de consumo foi realizada e medida através da escala hedônica de 5 pontos onde 1(nunca consumiria) e 5(consumiria sempre). Para realização do CATA os julgadores ficaram confortáveis para escolher quantas características lhe fossem pertinentes.

Após a realização de todos os testes sensoriais foi realizada a tabulação dos dados e em seguida feita a análise estatística. Foi utilizado o programa ASISTAT, para realizar a análise de variância (ANOVA) o teste de Tukey, a um nível de significância de 5%.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com o resultado do perfil dos julgadores da empada vegana, pode-se observar através da Figura 2 abaixo a porcentagem de julgadores entre homens e mulheres.

De acordo com a Figura 2, 53% dos julgadores eram do sexo feminino. Esse resultado justifica-se pelo maior interesse pelas mulheres por alimentos saudáveis, funcionais e sem glúten. O estudo realizado por Daniela e Ana Maria (11) sobre Diferença entre homens e mulheres na qualidade da dieta, aborda que o cuidado das mulheres com a seleção e o preparo dos alimentos resulta, em parte, do fato de que essas tarefas têm sido historicamente mais desempenhadas por elas.

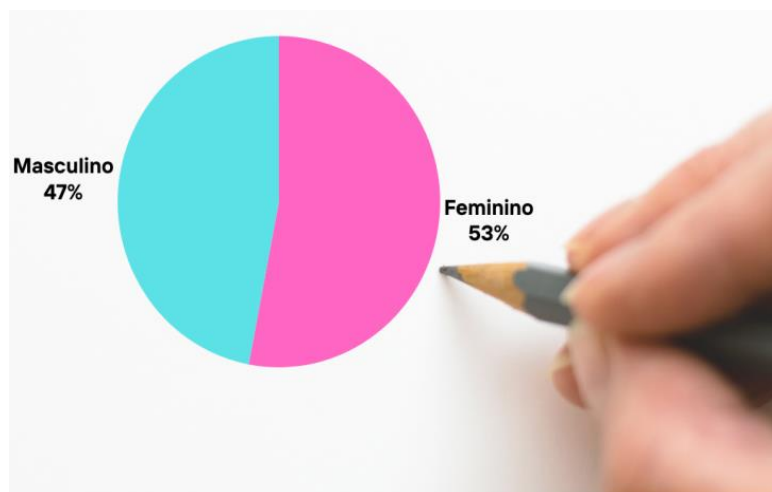


Figura 2 –Resultado do sexo dos julgadores da empada vegana

Assim a busca por uma alimentação que ajude na saúde como também no bem-estar e autoestima é maior por parte do sexo feminino. Contrastando com as mulheres, os homens que alegaram fazer algo para emagrecer tiveram pior qualidade da dieta que os que referiram não fazer nada. Este resultado pode decorrer de comportamentos distintos entre homens e mulheres no que se refere ao acesso aos serviços de saúde e na busca por informações nutricionais (11).

A faixa etária dos julgadores da empada vegana pode ser identificada através da Figura 3 abaixo.

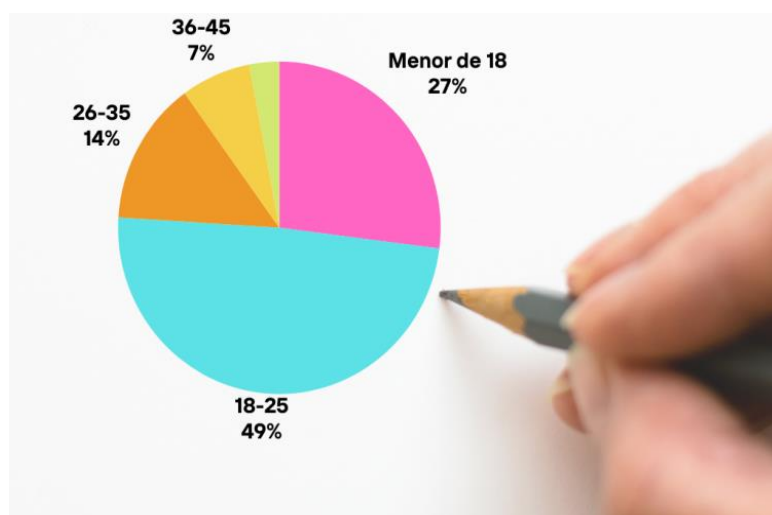


Figura 3 – Resultados da faixa etária dos julgadores da empada vegana

Observa-se, pela Figura 3, a relação da faixa etária dos julgadores, que se obteve um destaque nas idades de 18 a 25 anos, esse resultado obtido reflete o ambiente educacional

que contemplam tanto o ensino médio como também curso subsequente e superior, esses fatores colaboram para que indivíduos em faixa etária juvenil sejam mais predominantes.

Baseado na ficha de recrutamento pode-se observar, através da Figura 4 abaixo, a quantidade de julgadores por escolaridade. Como exposto na Figura 4, atesta-se que 43% dos julgadores se encontram com ensino médio incompleto e 26% são estudantes de graduação.

O estudo realizado por Reis, Gustavo e Emanuelle (12) sobre Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola Cafesal-UFLA, aplicou uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial, também apresentaram julgadores com níveis de escolaridade variando entre 36% ensinos superior incompleto e 20% do ensino médio incompleto.

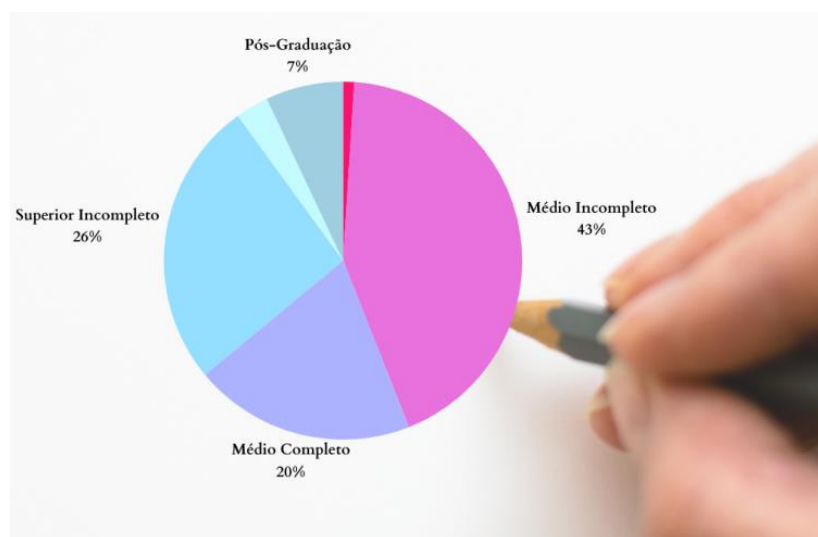


Figura 4 – Escolaridades dos julgadores da empada vegana

Logo abaixo, representado na Figura 5, tem-se os dados referentes a frequência de consumo de empada pelos julgadores.

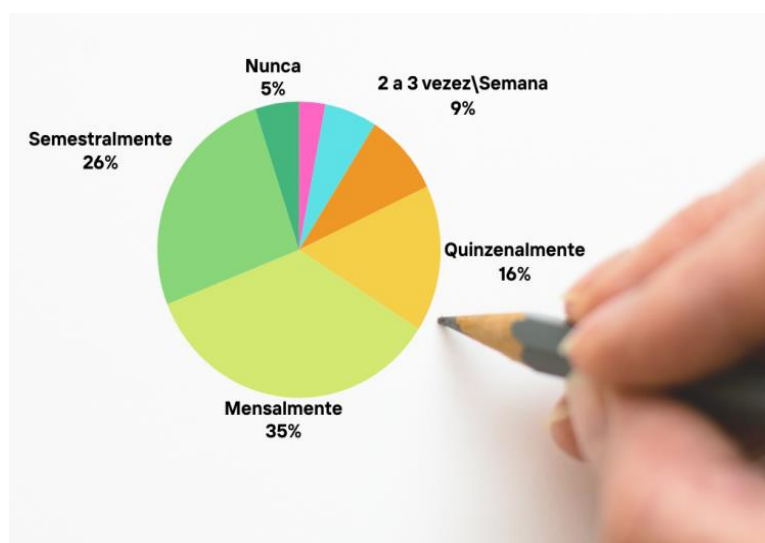


Figura 5 – Frequência de consumo dos julgadores de empada

Observa-se na Figura 5, que a frequência de consumo de empada pelos julgadores tem resultados que se assemelham nos pontos para quem consome (mensalmente) e (quinzenalmente).

De acordo com o estudo realizado por Silva et al. (13) sobre produção e avaliação sensorial de barras de cereais à base de farinha de banana verde em 2019, a metade dos consumidores (50%) consome raramente barra de cereal e 2% não consomem, porém, o restante consome com uma frequência de duas vezes por mês (22%), duas vezes por semana (18%) e diariamente (8%).

De acordo com o estudo de Juliana Ferreira (14) sobre produção e avaliação sensorial de barras de cereais a base de farinha de banana verde a metade dos consumidores (50%) consome raramente barra de cereal e 2% não consomem, porém, o restante consome com uma frequência de duas vezes por mês (22%), duas vezes por semana (18%) e diariamente (8%) (13).

Baseado na ficha de recrutamento, pode-se observar através da Figura 6 abaixo a quantidade de julgadores que gostam de empada.



Figura 6 – Quantidade dos julgadores que gostam de empada

Notam-se na Figura 6 os valores de (gosta muitíssimo) e (gosta muito) como os maiores percentuais 34,3% e 31,4%, respectivamente.

De acordo com o estudo realizado por Rosinete sobre elaboração de sorvete vegano adicionado de açaí a maioria dos consumidores gostaram do sorvete 70% assinalaram “gosta muitíssimo”, 10% “gosta muito” em um estudo realizado por Passos et al. (15) sobre elaboração de sorvete vegano adicionado de açaí a maioria dos consumidores gostaram do sorvete 70% assinalaram que “gosta muitíssimo”, 10% “gosta muito” e 16% moderadamente e 4% “gosta pouco”.

Baseado na ficha de recrutamento pode-se observar através da Figura 7 abaixo a quantidade de julgadores que já consumiriam empada vegana.

Segundo o estudo realizado por Jean et al. (16) sobre as características e perspectivas do mercado de alimentos vegetarianos e veganos, foi verificado que se os produtos veganos tivessem o mesmo preço dos produtos de origem animal, 60% dos entrevistados dariam preferência a eles na hora da decisão de compra. Além disso, 63% da população estudada apresentou vontade de reduzir o seu consumo de carnes.

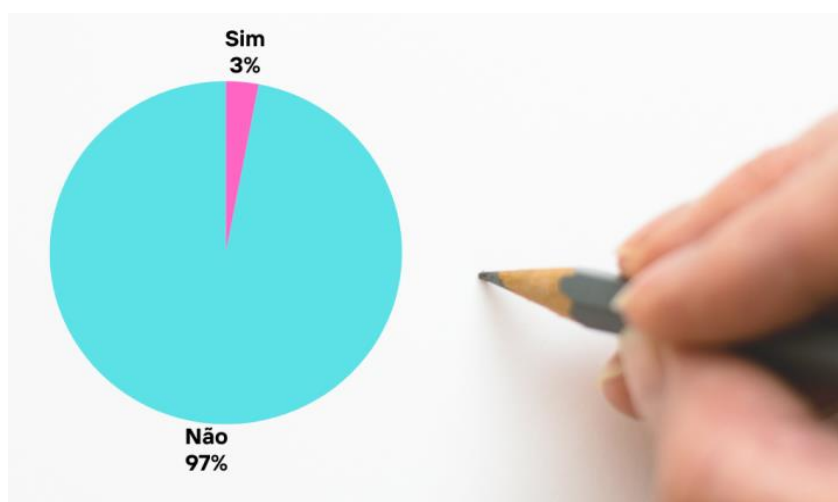


Figura 7 – Quantidade de julgadores que já comeram empada vegana

Baseado na ficha de recrutamento pode-se observar através da Figura 8 abaixo a quantidade de julgadores que possuem alergia abóbora.

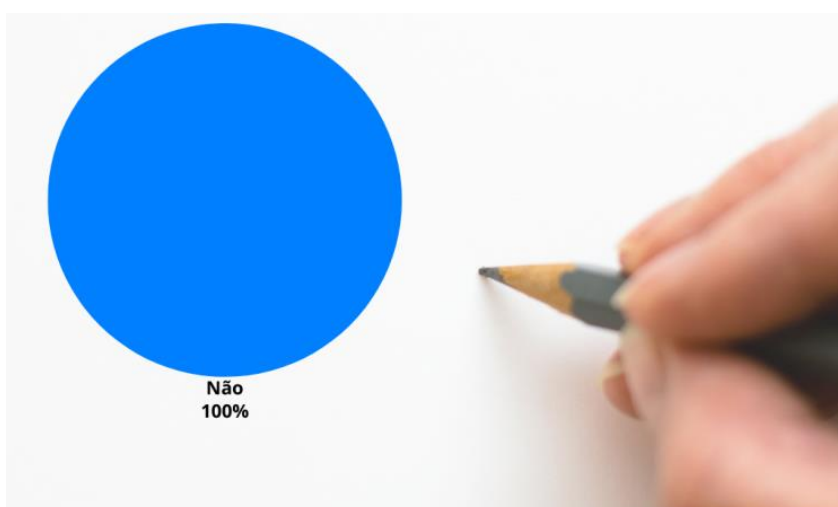


Figura 8 –Julgadores que possuem alergia a abóbora

A partir da Figura 8 verifica-se que 100% dos julgadores não possuem alergia a abóbora. Aponta-se na Tabela 1 a análise estatística dos atributos textura e impressão global, uma média entre 5 e 7 foi obtida, sendo assim classificada entre gostei moderadamente, gostei muito e gostei muitíssimo pelos julgadores.

Em relação ao atributo sabor, a empada da formulação 1 e 2 não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre si, esse resultado indica que independentemente do teor de farinha da semente de abóbora aplicado na formulação das empadas (4% ou 80%) uma boa aceitação com relação ao sabor e a aparência das duas formulações não apresentou diferença, tendo um resultado foi positivo.



Um estudo feito por Daiane et al. (17) sobre Análise sensorial e teor proteico de bolo vegano elaborado com farinha da semente de abóbora em Jacarezinho apresentou como resultados que os bolos não tinham diferença estatística significativa ( $p > 0,05$ ) no volume pré e pós cocção, assim como no diâmetro, no entanto houve diferença estatisticamente significativa no quesito altura ( $p < 0,05$ ). O peso das formulações após cocção também foi aferido e ao comparar os valores notou-se uma redução no peso à medida que aumentou a concentração de farinha da semente de abóbora. Em relação à cor dos bolos formulados, visualmente notou-se que quanto maior a quantidade de farinha da semente de abóbora, mais dourada ficou a superfície do bolo.

Tabela 1. Resultado do teste de aceitação e intenção de consumo da empada vegana feito pelo teste CATA

Formulação	Aceitação			Intenção de consumo
	Textura	Sabor	Aparência	
1	6,73 ± 2,909 <sup>a</sup>	6,7 ± 2,860 <sup>a</sup>	6,9 ± 2,724 <sup>a</sup>	3,22 ± 3,641 <sup>a</sup>
2	5,8 ± 2,909 <sup>b</sup>	6,1 ± 2,860 <sup>b</sup>	6,2 ± 2,724 <sup>b</sup>	2,75 ± 3,641 <sup>b</sup>

Na Tabela 2 abaixo esta apresentada a frequência com que atributos sensoriais CATA foram assinalados com relação às duas formulações pelos julgadores.

Tabela 2. Frequência com que atributos sensoriais CATA foram assinalados com relação às duas formulações pelos julgadores

Atributos	Formulação 1	Formulação 2
Salgadinho de aniversário	51	28
Bonita	47	30
Empada de frango	43	16
Sabor de manteiga	35	26
Atraente	40	33
Sabor gostoso	33	11
Aparência escura	7	51
Produto integral	33	39
Textura esfarelada	41	54
Textura quebradiça	41	42
Textura arenosa	11	33
Textura seca	11	33

As formulações das empadas veganas foram caracterizadas, tendo como referência os seis atributos marcados com maior frequência pelos julgadores voluntários. Dessa forma, para a formulação 1, os atributos mais frequentes foram salgadinho de festa, bonita, empada de frango, sabor de manteiga, atraente e sabor gostoso.

Para a formulação 2 os atributos mais frequentes foram aparência escura, produto integral, textura esfarelada, textura quebradiça, textura arenosa e textura seca por contém mais da farinha da semente da abóbora resultou em deixa mais nítido a textura da massa dando aos julgadores os requisitos acima citados outro fator foi o sabor, devido a massa fica um pouco mais farelenta se desfazia da forma mais rápido e acabou resultado na negação por parte dos julgadores.

De acordo com a literatura de Silva et al. (18) sobre biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora (FSA) como fonte de fibra alimentar aponta que a adição da farinha de semente de abóbora exerce efeito sensorial sobre os produtos propostos.

Ao elaborarem formulações de biscoitos com farinha de semente de abóbora e com diferentes edulcorantes e sacarose, os autores obtiveram aceitação global de 85%. Contudo, ao elaborarem formulações de biscoitos com 25%, 50%, 75% e 100% de FSA (Farinha da semente de abóbora), observaram que a adição de quantidades de FSA acima de 50% ocasionou rejeição sensorial devido fica mais evidente o resíduo da farinha, então quanto maior sua adição em uma receita mais evidente sua presença em tal. (18)

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a elaboração da empada vegana feita a partir do aproveitamento integral da abóbora é uma opção a ser explorada. As formulações obtiveram aceitação adequada de acordo com a análise feita pelos julgadores. Tendo em vista os resultados obtidos, este produto pode atender aos consumidores que buscam por mais variedades de alimentos isentos produtos de origem animal e que estão preocupados com a saúde e seu bem-estar físico.

## REFERÊNCIAS

1. Alves JÁ, Vilas Boas EVB, Souza EC, Vilas Boas BM, Piccoli RH. Vida útil de produto minimamente processado composto por abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. *Ciência e Agro tecnologia*. 2010; 34: 182-189.
2. Gomer GP, et al. Registro e proteção de olerícolas no Brasil, período de 1998 a 2014. *Horticultura Brasileira*. 2016; 34:1 9-25.
3. Moura FA de Spier F, Zavareze EdaR, Dias ARG, Elias MC. Biscoitos tipo “cookie” elaborados com diferentes frações de semente de abóbora (Cucurbita máxima). *Alimentos e Nutrição*. 2010; 21: 579-585.
4. Naves LP, Corrêa AD, Santos CD, Abreu CMP. Componentes antinutricionais e digestibilidade proteica em sementes de abóbora (Cucurbita máxima) submetidas a diferentes processos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2010; 30: 180- 184.

5. Trindade JP. Características nutricionais e benefícios da utilização de abóbora em produtos de panificação [Dissertação]. Itaquí: Universidade Federal Do Pampa; 2021.
6. Admson M. FOOD IN MEDIEVAL TIMES. WESTPORT, GREENWOOD PRESS, 2004; :22-123.
7. CARVALHO de RA. A formação da identidade e as ações de consumo político dos consumidores na visão de profissionais do mercado vegetariano/vegano. Revista de Administração da UNIMEP, 2022.
8. Viana TL. Análise sensorial na indústria de alimentos. Revista do instituto de Lácínios Cândido Tostes. 2009; 64:12-21.
9. Nora, FLD. Análise Sensorial De Alimentos: Aplicações Recentes. In: Lucas, BM, Nora FLD. Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos. Canoas: Mérida Publisher, 2021.
10. Alves KA, Modificações na metodologia sensorial para obtenção do ideal na técnica CHECK-ALL-THAT? APPLY (CATA) [Dissertação]. Goiânia: Universidade Federal De Goiás Escola De Agronomia; 2020.
11. Daniela de et al. Diferenças entre homens e mulheres na qualidade da dieta: estudo de base populacional em Campinas, São Paulo. Ciência & Saúde Coletiva. 2017; 22: 347-358.
12. Dos Reis ND, et al. Percepção dos consumidores da Cafeteria Escola Cafesal-UFLA: uma análise sensorial de diferentes tipos de torra de café especial. Revista Expectativa. 2021; 20:17-33.
13. SILVA. SCHLABITZ. SOUZA. Juliana; Claudia, Claudia. BISCOITOS ENRIQUECIDOS COM FARINHA DE SEMENTE DE ABÓBORA COMO FONTE DE FIBRA ALIMENTAR. **REVISTA DESTAQUES ACADÊMICOS, IMENTAR | Bergonzi da Silva | Revista Destaques Acadêmicos**. 17 maio 2017.v. 7, n. 4, 2017.
14. SANTOS, Juliana Ferreira dos. **Avaliação das propriedades nutricionais de barras de cereais elaboradas com farinha de banana verde**. 2010. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9132/tde-19012011-095823/>. Acesso em: 16 jan. 2024.
15. Sousa P, Ferreira G, Rosinete, Claudinei. Elaboração de sorvete vegano adicionado de açaí. 2020. V:16.
16. Révillion JPP, et al. O mercado de alimentos vegetarianos e veganos: características e perspectivas. Cadernos de Ciência & Tecnologia. 2020; 37: 26603.

17. Nascimento DS, et al. Análise sensorial e teor proteico de bolo vegano elaborado com farinha da semente de abóbora jacarezinho (*Cucurbita Moschata*). *Tecnologia de Alimentos: Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos*. 2020; 1: 133-147.
18. Silva JB, Schlabit C, Gräff C, Souza CFV. Biscoitos enriquecidos com farinha de semente de abóbora como fonte de fibra alimentar. *Revista Destaques Acadêmicos*. 2015; 7(4): 174-184.

## USO DA POLPA DO TAMARINDO (*Tamarindus indica* L): ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE BEBIDAS FERMENTADAS

Mariza Maria de Souza Simão<sup>\*1</sup> ; Maria Lina de Souza Simão<sup>1</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> .

\*Mariza Maria de Souza Simão – Email: [mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>, <[maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>, <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>, <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>, <[janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

O tamarindeiro conhecido como planta frutífera da região Nordeste, é natural da África, rico em antioxidantes podendo ser consumido e comercializado seus frutos. O kefir de água/leite é uma das bebidas probióticas que contém um processo de fermentação, podendo favorecer a saúde da microbiota intestinal e outros problemas. Sua estrutura é composta por organismos vivos e bactérias que constituem capacidades probióticas. Este projeto tem como objetivo avaliar o tamarindo, nativo da região Nordeste do Brasil, desenvolvendo bebida fermentada tipo Kefir saborizado e padronizado com tamarindo e analisar sensorialmente quanto as características do tamarindo adicionado ao kefir. Para elaboração das duas formulações de bebidas fermentada, foram utilizadas água mineral, açúcar mascavo, grãos de kefir de água e polpa de tamarindo (KA), leite de coco, grãos de kefir de leite vegetal e polpa de tamarindo (KC). Os testes de aceitação sensorial foram realizados segundo metodologia descrita por Stone e Sidel (2004), no laboratório de análise sensorial do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro. As amostras foram avaliadas por 100 provadores não treinados, de ambos os sexos, onde 54% homens e 46% mulheres. As avaliações sensoriais obtiveram variações nas médias das formulações de kefir KA (5.01 a 1.88) e KC (5.54 a 1.65), retratando a escala hedônica de nove pontos para cor, aroma, sabor e de cinco pontos para intenção de consumo. Diante dos resultados, concluir-se que o perfil dos provadores em relação ao consumo de kefir é escasso, afetando a aceitação das características sensorial do kefir saborizado com tamarindo.

**Palavras-chave:** Agrobiodiversidade; Frutas Nativas; Kefir; Tamarindo

### INTRODUÇÃO

Espécies de frutas nativas e exóticas são produzidas em grande quantidade pelos países tropicais e são potencialmente interessantes para a indústria de alimentos. Frutas exóticas consumidas regionalmente estão ganhando popularidade no mercado devido ao seu valor nutricional e terapêutico, mas também devido aos seus agradáveis sabores e variedade de cores (1).

Uma grande variedade de espécies vegetais, incluindo uma abundância natural de frutas nativas, são resultados dos diferentes biomas que o Brasil possui, entretanto, poucos deles são comercializados ou tiveram propriedades bioquímicas e nutricionais avaliadas, mesmo o país sendo o terceiro maior produtor de frutas do Mundo (2). Diversas espécies frutíferas da região Nordeste, ainda pouco conhecidas, vêm sendo avaliadas mais recentemente, como alternativa às espécies tradicionais, no âmbito nacional, a região Nordeste é uma produtora expressiva de frutas, sendo comercializadas até fora do país (3, 4).

O tamarindo é um fruto natural da África equatorial e da Índia. Cultivado em regiões de clima quente ou temperado. No Brasil, difundido e cultivado há séculos, a árvore tamarindeiro que, devido à grande beleza e produção de sombra, é muito apreciada, nas cidades e estradas, apesar de apresentar um crescimento lento. Apesar de não ser originário do Nordeste, devido a sua grande adaptação, o tamarindeiro é conhecido como planta frutífera específica da região, mas pouco se sabe do fruto no Nordeste e em outras regiões cultiváveis (5). Mediante tal realidade, a quantificação dos componentes presentes nestes alimentos, bem como pesquisas de compostos antioxidantes e sua atividade em frutas produzidas na região apresenta importância não apenas de cunho acadêmico, mas também nutricional e econômico, uma vez que os resultados poderão ajudar a população local na escolha por uma alimentação mais saudável, assim como poderá ser um agregador de valor durante a comercialização das frutas.

O desenvolvimento de produtos com alimentos da biodiversidade do Nordeste Brasileiro pode colaborar com a segurança alimentar da região, uma vez que incentiva a produção e o consumo desses alimentos. Diversos estudos têm demonstrado o alto valor nutricional desses alimentos, entretanto os referidos autores apontam seu baixo consumo, principalmente em populações com reconhecidas deficiências nutricionais. Assim, é importante verificar a necessidade do resgate desses alimentos por meio de pesquisas e ações públicas efetivas (6).

À medida que se aprendeu mais sobre os microrganismos utilizados no processo de fermentação e a possibilidade de adicionar bactérias benéficas aos alimentos. Certas bactérias, como os lactobacilos e as bifidobactérias, referente ao grupo de bactérias benéficas está sendo usada especificamente como probióticos cada vez mais. O kefir de água é uma das bebidas probióticas que contém um processo de fermentação, podendo favorecer a saúde da microbiota intestinal, ajudando na digestão e prevenindo a constipação e outros problemas. Sua estrutura é composta por organismos vivos e bactérias que constituem capacidades probióticas. Por causa dessas características, o consumo de kefir de água aumentou devido aos seus efeitos positivos para a saúde e propriedades sensoriais únicas, o kefir de água é um bom exemplo de produto não-animal, com uma importante fonte de microrganismos probióticos (7).

Os chamados grãos de kefir têm característica pequena, esbranquiçada assemelhando a uma couve-flor ou arroz cozido. Adicionando-se os grãos em água contendo açúcar



mascavo e o mesmo, cresceram durante a fermentação produzindo o kefir caseiro. Os grãos de kefir são um arranjo de bactérias e leveduras em uma matriz de proteínas, lipídios e açúcares, variando em tamanho de 0,3 a 2,0 cm ou mais de diâmetro. Os grãos são insolúveis em água e são resistentes a enzimas e os grãos incham ao serem embebidos em água crescendo simbioticamente (8).

Diariamente os grãos de Kefir podem aumentar 45% (m/m) cultivadas em água açucarada podendo ser reutilizados para novas fermentações, o crescimento é rápido e de boa qualidade devido a vários fatores, como a não lavagem dos grãos, a não pressão deles em peneiras e uma boa agitação periódica durante o processo de extração (9).

Além disso, para acrescentar e torná-los bem-vistos pelos consumidores esses produtos são saborizados com frutas. O Tamarindo (*Tamarindus indica* L), tem aparência de vagem alongada, protegida por casca amarronzada, lenhosa e quebradiça, podendo variar de 3 e 10 sementes lisas achatadas envolvidas por uma polpa seca, de cor marrom e de sabor ácido-adocicado. Sua polpa é rica em fibras solúveis e sacarose, e possui o ácido tartárico, que atribui mesmo maduro, sabor azedo adocicado ao fruto (10). No entanto, a disponibilidade de sucos e produtos industrializados de tamarindo prontos para beber ainda é pequena, o que torna significativa a análise sensorial do produto, visando o desenvolvimento desse produto para vencer essa barreira de mercado.

Assim, estes têm o objetivo de incentivar a produção, consumo e uso sustentável do tamarindo, valorizando sua importância nutricional e segurança alimentar, o qual será desenvolvido para a promoção do uso de alimentos com alto valor nutritivo da biodiversidade local.

Este projeto tem como objetivo avaliar o tamarindo, nativo da região Nordeste do Brasil, desenvolvendo bebida fermentada tipo Kefir saborizado e padronizado com tamarindo e analisar sensorialmente quanto as características do tamarindo adicionado ao kefir.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Coleta e preparação do material**

Os frutos foram adquiridos em centrais de abastecimento, feiras, mercados municipais, produtores rurais locais e outros, os quais foram coletados três lotes de cada espécie, com aproximadamente 3 kg, estes coletados em locais e períodos diferentes para a melhor representação. Durante a coleta, foram documentados os seguintes parâmetros: nome comum, nome científico, data da coleta e ou compra, local da coleta ou compra, quantidade adquirida, grau de maturação do fruto, local de cultivo com coordenadas geográficas, data da colheita pelo produtor ou extrativista e índice pluviométrico.

Após a coleta, os frutos foram transportados até o laboratório, identificados, selecionados e processados segundo protocolo adequado para cada alimento, sendo documentados os parâmetros: Nome científico; Tempo de transporte (h); Temperatura (refrigerado ou não); Forma de acondicionamento; Descrição do processamento dos frutos, pois a análise deve ser realizada na parte comestível das frutas; Rendimento do fruto. Todos os frutos coletados foram homogêneos e acondicionados em freezer.

Os grãos de kefir de água e de leite vegetal foram adquiridos desidratados por meio de compras pela internet. Os mesmos foram hidratados com água e leite de coco, mantido em fermentação em temperatura ambiente por 24 horas. Este processo foi repetido duas vezes no intuito de garantir a eficiência dos microrganismos dos grãos. Após a hidratação,

os grãos foram coados com o auxílio de uma colher e uma peneira de plástico (Figura 1).

Os outros ingredientes (água mineral, leite de coco, açúcar mascavo) foram adquiridos nos supermercados de Salgueiro-PE.



Figura 5 – Material utilizado na hidratação dos grãos.

### Elaboração de bebida fermentada

As duas formulações foram elaboradas no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do IF sertão campus Salgueiro-PE, de acordo com as recomendações da Portal saglik (11), sobre as instruções para manuseio dos probióticos.

Seguindo as instruções para a elaboração de kefir de água e de leite de coco. Em um recipiente de vidro, foi adicionada 1 colher de sopa cheia de açúcar mascavo para 3 colheres de sopa de grãos de Kefir de água e 250 ml de água mineral. Em outro recipiente de vidro, foi adicionado 3 colheres de sopa de grãos de Kefir de leite vegetal e 250 ml de leite de coco (Figura 2). Tampando os recipientes com uma tampa e deixando fermentar por 24 horas em temperatura ambiente, coando a seguir (F1). Essa será a primeira fermentação.

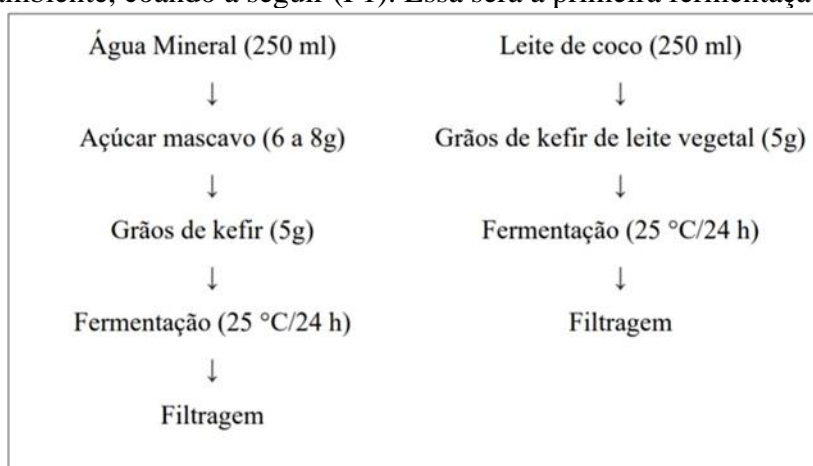


Figura 6 – Fluxograma de produção da água e do leite de coco fermentada de kefir

Para a produção da bebida, a polpa de tamarindo foi adicionada ao kefir de água e de leite de coco fermentado, ambos sendo homogeneizados em liquidificador doméstico por aproximadamente um minuto e acondicionados em garrafas, onde passarão pela segunda fermentação durante mais 24 horas (F2). As bebidas resultantes foram chamadas de kefir de água saborizado com tamarindo (KA) e kefir de leite de coco saborizado com tamarindo (KC) (figura 3). A diferença entre a 1ª e a 2ª fermentação é que na primeira os grãos fermentaram a bebida e a 2ª fermentação produziu o gás. Após o segundo dia de fermentação (F1+F2), as garrafas foram abertas para a avaliação sensorial referente ao resultado da saborização, lacradas novamente e seguidas para o resfriamento ( $\pm 7^\circ\text{C}$ ).

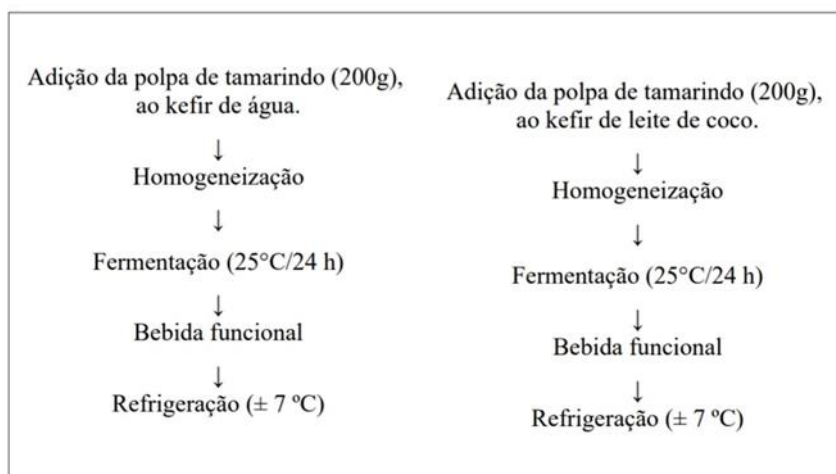


Figura 7 – Fluxograma de produção da bebida funcional saborizado.

### **Análise sensorial das preparações desenvolvidas**

Produzida as duas bebidas funcionais com finalidade de ser comparado entre si. Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IFSertão-PE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78554823.8.0000.8052, reconhecido pela comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

Iniciando com o grupo de foco conduzido por 10 provadores não treinados, onde foram servidas as amostras de kefir. Os participantes que fizeram o teste foram informados de que nenhuma pergunta era considerada certa ou errada, tendo livre arbítrio para avaliar e informar às suas características sensoriais dos atributos identificados como cor, aroma, sabor e intenção de consumo das duas formulações.

Em seguida as fichas sensoriais do CATA foram realizadas com base na avaliação do grupo de foco, contendo as informações das características sensoriais, com as quais os provadores mais se identificaram com a opção de múltipla escolha.

Os testes de aceitação sensorial foram realizados com as preparações definidas e padronizadas, segundo a metodologia descrita por Stone e Sidel (12), o qual foi realizado no laboratório de análise sensorial de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro. As amostras foram avaliadas por 100 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos, que tinham interesse em participar voluntariamente da ficha de recrutamento, com intuito de avaliar o produto (Figura 4).

Para ter uma visão geral dos perfis dos provadores durante o teste aceitação, foram feitas algumas perguntas para conhecê-los, nas quais a frequência de respostas foi fornecida e analisada em uma escala de sim ou não, para as perguntas: “os provadores conhecem ou já ouviram falar em kefir?”, “já tomaram kefir?”, e se obtinham alergia a coco e a tamarindo.

No teste de aceitação as amostras foram servidas monadicamente aos provadores, à temperatura convencional de apresentação, onde as duas amostras de kefir (aproximadamente 25 mL) foram servidas em copo descartável, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de um copo com água para eliminação do sabor residual na boca (Figura 6). Será utilizada a escala hedônica estruturada verbal de nove pontos, associado a um valor numérico (1: “desgostei muitíssimo” a 9: “gostei muitíssimo”). Os atributos avaliados incluem cor, aroma, sabor. Na mesma ficha, os provadores também preencherão o teste de a intenção de consumo. Na mesma ficha foi aplicado o questionário CATA (Check-all-that-apply). No questionário CATA a frequência de uso de cada termo foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram os mesmos termos em maior número de vezes.



Figura 8– Análise sensorial

Os resultados da análise sensorial foram tabulados no Excel, ASSISTAT 7.7, versão beta, utilizando a análise de variância (ANOVA), delineamento inteiramente casualizado (DIC), aplicado o teste de Tukey.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Abaixo, seguem os resultados da análise sensorial dos kefirs, onde 100 provadores responderam o teste de recrutamento.

Nos resultados pode-se identificar uma predominância de homens com 54% dos provadores e 46% de mulheres. Em relação a faixa etária, 94% de provadores estão entre os menores de 18 anos e 18 a 25 anos. A escolaridade dos provadores variou do ensino fundamental à pós-graduação, com maior porcentagem de alunos do ensino médio incompleto (52%) e ensino superior incompleto (33%).

Dentre os provadores que responderam a ficha, 88% desses participantes declararam que não conhecem ou nunca ouviram falar de kefir e 12% já conhecem ou ouviram falar (Figura 7).

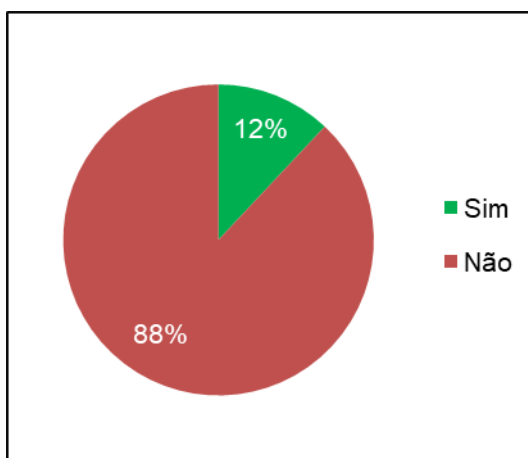


Figura 9 – Frequência de respostas para a pergunta: Você conhece ou já ouviu falar de kefir?

Analisando o alto percentual de desconhecimento do kefir (88%) na figura 5, considera-se que por ser uma bebida que está aos poucos retornando nas prateleiras dos supermercados e que ainda estejam ganhando reconhecimento na população, muitas pessoas não conhece o produto e seus benefícios, mesmo já sendo uma bebida antiga. Carneiro (13), relata um argumento na sua escrita, onde 6% dos provadores possuem o hábito de consumo do kefir, apontando como motivo de baixo consumo a não disponibilidade do produto no mercado.

Através da pesquisa, a figura 6 mostra os dados analisados pela frequência das respostas para a pergunta, você já tomou kefir?. A maioria declarou que não tem o hábito de consumir este produto, no entanto, apenas 8% dos provadores alegam já ter consumido e 92% nunca tomaram kefir.

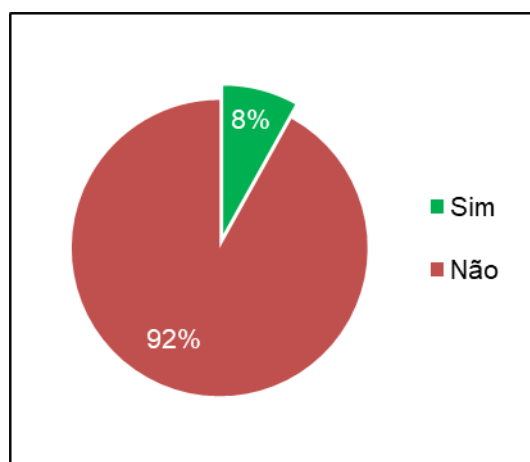


Figura 10 – Frequência de respostas para a pergunta: Você já tomou kefir?

Nota-se que o perfil dos provadores em relação ao consumo do kefir é bem escasso. Vale ressaltar, que por ter um público maior que não consome kefir, as características sensoriais do produto podem ocorrer menor aceitação. BARROS et al. (14), descreve também o baixo consumo de kefir (12,5%), ressaltando no seu trabalho, que o alimento probiótico mais procurado é o de leite fermentado por suas características sensoriais.

Analisando a frequência das respostas para o questionamento, se obtinham alergia a coco e a tamarindo? Em que 100% dos provadores afirmaram não ter restrições quanto à alergia.

Ao realizar a análise sensorial, com as amostras de kefir de água saborizado com tamarindo (KA) e kefir de leite de coco saborizado com tamarindo (KC), apresentaram médias de aceitação nos atributos de cor, aroma e médias baixas nos atributos de sabor e intenção de consumo.

Os resultados da pesquisa respondida pelos provadores estão expostos na Tabela 1.

Tabela 9 – Médias e desvio padrão do teste de aceitação sensorial dos kerkis saborizado com tamarindo.

<b>Item</b>	<b>Formulação KA</b>	<b>Formulação KC</b>
<b>Cor</b>	5.01 ± 46.47	5.54 ± 46.47
<b>Aroma</b>	5.34 ± 46.19	4.81 ± 46.19
<b>Sabor</b>	4.35 ± 61.56	3.04 ± 61.56
<b>Intenção de consumo</b>	1.88 ± 53.62	1.65 ± 53.62

As avaliações sensoriais obtiveram variações nos valores das médias, nas formulações de kefir KA (5.01 a 1.88) e KC (5.54 a 1.65) como mostra a tabela 1, retratando a escala de “gostei extremamente” a “desgostei extremamente” de cor, aroma e sabor e “tomaria sempre” a “nunca tomaria” de intenção de consumo. É possível observar os resultados dos atributos respondidos pelos provadores, que nem todos apresentam pontos positivos em relação ao produto, apesar de o KA obter atributos com aprovação maior que o KC.

O trabalho de Nascimento et al. (15) avalia a aceitação do kefir saborizado e seus pontos positivos, mas com preferência em uma determinada formulação pelos provadores por suas características sensoriais, destacando a aceitabilidade na amostra com maior teor de suco.

Conforme a variação da escala hedônica de 1 a 9 pontos da formulação KA, os atributos caracterizando a cor, aroma tiveram os valores aproximados, tanto nas médias (5.01 e 5.34), quanto nos desvios padrão (46.47 e 46.19), apresentando aceitação dos quesitos. Os atributos sensoriais, por ser levado em consideração com fator de grande expressão para que um alimento seja aderido pelos consumidores, a cor e o aroma são características relevantes para serem apontados (14). Obtendo uma decadência no quesito sabor 4.35 e apresentou rejeição na intenção de consumo 1.88, causando um peso na escolha do atributo sensorial. No estudo de Barros (16), o atributo sabor também apresentou decadência em comparação aos outros quesitos avaliados ressaltados por ele, que por ser adicionada água fermentada na formulação, ocorreu interferência no sabor da bebida.

De acordo com a escala hedônica, a formulação KC, mostra a variação dos atributos entre si. Adquirindo aceitabilidade no quesito de cor com valor médio de 5.54, comparando



seu desvio padrão com o desvio do quesito aroma, obtém diferença mínima entre si (0.37). A média dos atributos sabor e intenção de consumo obtiveram rejeição, com respectivos valores 3.04 e 1.65. Gerando assim, uma decadência da amostra entre os avaliadores.

Irmão (17) verificou no seu estudo que os provadores interrogados que consome kefir, apenas 14% cultivam em água, dando seu auto cultivo em leite (86%) e batido com frutas (57%). Assim, podemos ver que o kefir cultivado em água é um alimento probióticos tão pouco introduzida na população.

## CONCLUSÕES

A análise sensorial das amostras de kefir saborizado com tamarindo mostrou decadência no sabor da formulação KA, com 4.35 de média. Enquanto as medias dos atributos, sabor (3.04) do KC e intenção de consumo (1,88 e 1.65) das duas formulações KA e KC, obtiveram rejeição. É importante ressaltar que os atributos de cor (5.01 e 5.54) e aroma (5.34 e 4.81) receberam médias de aceitação. Isso mostra que, mesmo o sabor não apresentando uma boa aceitação, a aparência e o aroma do kefir saborizado com tamarindo foram considerados mais atraentes pelos provadores. Diante desses resultados, é possível concluir que o perfil dos provadores em relação ao consumo de kefir é escasso, o que pode afetar a aceitação das características sensorial do produto. Além disso, a falta de conhecimento prévio sobre o kefir também pode ter contribuído para a baixa aceitação do sabor do kefir saborizado com tamarindo.

## REFERÊNCIAS

1. Costa AG, Garcia-Diaz DF, Jimenez P, Silva PI. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red-black berries. *J Funct Foods* [Internet]. Abr 2013 [citado 16 jan 2023];5(2):539-49. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.029>
2. Balisteiro DM, Araujo RL, Giacaglia LR, Genovese MI. Effect of clarified Brazilian native fruit juices on postprandial glycemia in healthy subjects. *Food Res Int* [Internet]. Out 2017 [citado 03 fev 2023];100:196-203. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.044>.
3. Araruna MK, Santos KK, da Costa JG, Coutinho HD, Boligon AA, Stefanello ST, et al. Phenolic composition and in vitro activity of the Brazilian fruit tree *Caryocar coriaceum* Wittm. *Eur J Integr Med* [Internet]. Abr 2013 [citado 31 jan 2023];5(2):178-83. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2012.11.007>
4. Ribeiro DA, Oliveira LG, Macêdo DG, Menezes IR, Costa JG, Silva MA, Lacerda SR, Souza MM. Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil. *J Ethnopharmacol* [Internet]. Set 2014 [citado 17 jan 2023];155(3):1522-33. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.07.042>

5. Pereira AL, Feitosa WS, Abreu VK, Lemos TD, Gomes WF, Narain N, et al. Impact of fermentation conditions on the quality and sensory properties of a probiotic cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) beverage. *Food Res Int* [Internet]. Out 2017 [citado 31 jan 2023];100:603-11. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.055>
6. Costa E de A. Biodiversidade de frutas do nordeste: composição química e nutricional e desenvolvimento de pastas de cajá, murici, pequi e pitanga [tese]. Fortaleza: reponame:Repositório Institucional da UFC; 2017
7. Yerlikaya O, Akan E, Kinik Ö. The metagenomic composition of water kefir microbiota. *Int J Gastron Food Sci* [Internet]. Out 2022 [citado 31 jan 2023]:100621. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100621>
8. Singh PK, Shah NP. Chapter 5 - Other Fermented Dairy Products: Kefir and Koumiss, Yogurt in Health and Disease Prevention, Academic Press [Internet]. Elsevier; 2017. [citado 01 jan 2023]; p. 87-106. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-805134-4.00005-5>
9. Maria TC, Rodrigues LO, Deziderio MA, Maldonado RR. Estudo da fermentação de extratos vegetais utilizando kefir de água. *FOCO: caderno de estudos e pesquisas* [Internet]. Dez 2022 [citado 02 fev 2023];0(20):25–44. Disponível em: <https://www.revistafoco.inf.br/index.php/FocoFimi/article/view/170/159>
10. Amaral SM, Moura RM, Costa DB, Bessa MJ, Maia MB, Costa Júnior RA da, et al. Uso do tamarindo no desenvolvimento de produtos alimentícios: uma revisão. *RECIMA21 Rev Cient Multidiscip ISSN 2675 6218* [Internet]. 3 maio 2022 [citado 03 fev 2023];3(5):e351403. Disponível em: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i5.1403>
11. Portal Saglik. Portalsaglik [Internet]. 2013 [acesso em 2023 abril 20]. Disponível em: <https://portalsaglik.wixsite.com/portalsaglik>
12. STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices – 3rd ed. Food Science and technology. International series, 2004.
13. Carneiro RP. Desenvolvimento de uma cultura iniciadora para produção de kefir [Dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2010 [citado 18 jan 2024]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/MAFB-8EBKTH>
14. Barros VC, Freitas AC, Hunaldo VK, Souza IH. Uma análise de consumo de alimentos probióticos com estudantes de uma instituição de ensino superior. *Res Soc Dev* [Internet]. 30 jun 2021 [citado 18 jan 2024];10(7):e47710716728. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16728>

15. Nascimento KKB do, Silva J dos S, Lima RMR, Farias VL de. Caracterização de kefirs saborizados com suco de caju. E-book VI JOIN... Campina Grande: Realize Editora, 2020. P.126- 141.
16. Barros SMA. Bebida á base de água de kefir saborizada com abacaxi e maraujá: elaboração, avaliação físico-químico, microbiologia e sensorial [monografia]. Imperatriz: Universidade Federal do Maranhão;2019.
17. Irmão JD, Costa MD. Conhecimento e hábitos de consumo de kefir na comunidade acadêmica da UFMS. Rev Inst Laticínios Candido Tostes [Internet]. 22 ago 2018 [citado 10 set 2023];73(1):27-36. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/2238-6416.v73i1.670>

## INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DE SONO NA PERCEPÇÃO SENSORIAL DOS ALIMENTOS E NO SUBSEQUENTE GANHO DE PESO

Sandrine Medeiros e Silva ; Érika Maria de Oliveira Ribeiro ; Ivana Patrícia dos Santos ; Gislane Oliveira Ribeiro 

*\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: goribeiro.ufba@gmail.com*

**Resumo:** O crescente interesse da comunidade científica na relação entre a privação de sono e os padrões alimentares reflete a importância desse tema para a saúde metabólica e o gerenciamento do peso. Pesquisas destacam como a falta de sono altera as preferências alimentares, inclinando-se para opções ricas em gorduras, açúcares e calorias, além de provocar mudanças nos padrões de consumo, como refeições em horários irregulares e lanches mais frequentes. A privação de sono também interfere nos hormônios reguladores do apetite, aumentando a fome e diminuindo a sensação de saciedade, o que pode levar a um maior consumo de alimentos. Este estudo realiza uma revisão concisa sobre como a restrição do sono influencia a percepção sensorial e os padrões alimentares, e sua relação com a obesidade, sublinhando a necessidade de investigações adicionais para elucidar os mecanismos subjacentes. Essa compreensão é crucial para desenvolver intervenções efetivas que minimizem os impactos negativos da privação de sono na alimentação e no controle do peso.

**Palavras-chave:** ciclo circadiano; comportamento alimentar; metabolismo; obesidade

## INTRODUÇÃO

O corpo humano é regido por uma série de processos bioquímicos, fisiológicos e comportamentais que se repetem aproximadamente a cada 24 horas, conhecida como ritmo circadiano, ciclo circadiano ou relógio circadiano (1). Este relógio é fundamental em diversos aspectos da fisiologia humana, abrangendo desde a regulação do sono até o metabolismo e o funcionamento do sistema imunológico (2), e é coordenado pelo relógio central localizado no núcleo supraquiasmático do hipotálamo, no sistema nervoso central (SNC), e por uma série de relógios periféricos presentes em outros tecidos do corpo, como fígado, pâncreas, trato gastrointestinal, músculo esquelético e tecido adiposo (3).

Os ritmos circadianos são gerados e mantidos por um marcapasso molecular geneticamente codificado, e são sincronizados por meio de sinais ambientais, principalmente o ciclo claro-escuro, correspondente aos períodos de vigília e sono. Esse sistema circadiano permite que os organismos direcionem reações, vias e comportamentos em horários específicos, otimizando o funcionamento e aumentando a aptidão (4). Por exemplo, nos seres humanos, o pico do desempenho cognitivo e físico ocorre durante o dia e está associado a funções metabólicas associadas ao catabolismo, enquanto a noite está relacionada a funções anabólicas que ocorrem durante o sono (1).

Estes ciclos são suscetíveis à influência de fatores de sincronização, conhecidos como zeitgebers, tais como luz, hormônios e alimentação. As transformações inerentes às sociedades contemporâneas, como padrões alimentares desregulados, o estresse, a descoordenação entre os ciclos de sono-vigília, os horários de trabalho, entre outros, têm o potencial de desencadear perturbações no sistema circadiano. Essas alterações são supostamente prejudiciais à saúde e ao bem-estar humano (2).

Os processos circadianos e o ciclo sono-vigília têm um impacto significativo no gasto energético e na regulação dos hormônios relacionados ao apetite. Por exemplo, a grelina, um hormônio que regula o apetite, é influenciada tanto pelo ciclo sono-vigília quanto pela ingestão de energia. Durante a vigília, o gasto energético é maior, enquanto durante o sono é menor. Esses parâmetros, incluindo a secreção de grelina e o gasto energético, seguem ritmos circadianos independentes do ciclo sono-vigília. Portanto, não é surpreendente que perturbações no sono e nos ritmos circadianos causem alterações subsequentes no gasto energético e nos perfis hormonais (5). Além disso, estudos como o de Markwald et al. (6) destacam a influência significativa do sono sobre o metabolismo energético.

A restrição de sono tem sido associada a mudanças na percepção sensorial dos alimentos, conforme evidenciado em estudos. Pesquisas mostram que a privação de sono está relacionada a uma maior preferência por alimentos ricos em gordura e açúcar, aumento do consumo de carboidratos e fast food, e uma menor ingestão de frutas e vegetais (6,7). Além disso, o sono insuficiente está associado a mudanças nos padrões alimentares, como o aumento do número de refeições (8). Esses fatores contribuem para um aumento no consumo calórico e, conseqüentemente, para o ganho de peso.

Dessa forma, estudar os efeitos da restrição de sono na percepção sensorial dos alimentos, nos padrões alimentares e no ganho de peso é importante para promover a saúde pública, entender o comportamento alimentar, desenvolver intervenções clínicas eficazes e melhorar a qualidade de vida das pessoas. Nesse contexto, este estudo oferece uma breve

revisão sobre a influência da restrição de sono na percepção sensorial e nos padrões alimentares e sua associação com a obesidade.

## **INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DO SONO NA PREFERÊNCIA ALIMENTAR**

O sono desempenha um papel fundamental na regulação de uma série de processos fisiológicos e comportamentais, incluindo o comportamento alimentar. Nos últimos anos, estudos têm demonstrado uma ligação direta entre a privação de sono e mudanças significativas nas preferências alimentares, como maior ingestão de alimentos ricos em gorduras e açúcar, assim como a uma preferência por alimentos altamente calóricos e processados, com impactos potenciais na saúde metabólica e no peso corporal.

No estudo conduzido por Imaki et al. (7) e Stamatakis et al. (9), foi identificada uma associação entre a falta de sono e um menor consumo de vegetais, bem como uma maior preferência por alimentos com sabores intensos. Observou-se, ainda, no trabalho de Spiegel et al. (10), um aumento no apetite por alimentos doces e amiláceos após a restrição do sono (11). Hjorth et al. (12) também relataram que uma diminuição de apenas uma hora na duração do sono resultou em um aumento na ingestão de açúcar adicionado e bebidas adoçadas.

Na revisão de literatura conduzida por Papatriantafyllou et al. (8), foi mencionado que a falta de sono está associada ao consumo de alimentos altamente energéticos, bem como a uma menor ingestão de frutas e vegetais e um maior consumo de fast food, açúcar e gorduras. Esses padrões alimentares resultam em uma ingestão calórica geral mais elevada e um aumento no índice de massa corporal (IMC). Além disso, em um estudo de revisão realizado por McHill et al. (5), observou-se que indivíduos com privação de sono tendem a optar por alimentos de qualidade nutricional inferior em comparação com aqueles que dormem em quantidade adequada. Esses indivíduos apresentaram uma maior ativação cerebral em resposta a opções de alimentos não saudáveis e com alto teor calórico.

Shechter et al. (11), observaram, por meio de uma revisão da literatura, que a restrição de sono está associada a um aumento na ingestão de energia proveniente de gordura. No entanto, também notaram um aumento na ingestão de carboidratos, levando-os a concluir que a restrição do sono aumenta especialmente a ingestão de gordura e possivelmente de carboidratos. Por sua vez, Markwald et al. (6) perceberam, em seus estudos, que a ingestão diária total de alimentos, especialmente de carboidratos, foi maior durante a privação de sono. Nedeltcheva et al. (13) observaram que a privação de sono aumenta o consumo de lanches ricos em carboidratos após o jantar. Além disso, notaram que o consumo noturno de carboidratos, proteínas e calorias durante a privação de sono após o jantar foi 42% maior.

Estudos conduzidos por Shi et al. (14) sugerem uma relação dose-resposta inversa entre o sono e a ingestão de gorduras. Em outras palavras, indivíduos que dormem menos de 7 horas por noite tendem a ter uma proporção significativamente maior de ingestão total de energia proveniente de gordura em comparação com aqueles que dormem as 7–9 horas recomendadas por noite (15). Além disso, St-Onge (16) menciona que o percentual de energia proveniente de gordura foi maior após o período de sono restrito.



A influência da restrição do sono na preferência alimentar é um fenômeno complexo que tem sido amplamente investigado nos últimos anos. Essas descobertas têm importantes implicações para a saúde metabólica e o peso corporal, uma vez que uma dieta desequilibrada pode contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas, como obesidade e diabetes. Portanto, compreender essa relação é fundamental para desenvolver estratégias para promoção da saúde.

## **INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DO SONO NOS PADRÕES DE INGESTÃO ALIMENTAR**

Estudos demonstram que a privação de sono pode ter um impacto considerável nos hábitos alimentares, levando a mudanças na quantidade, qualidade e horário das refeições, e pode acarretar consequências adversas para a saúde. Chaput et al. (5) descreveram que o momento da ingestão de alimentos tem sido reconhecido como um determinante da saúde metabólica e do risco de doenças.

Segundo Kim et al. (17), a falta de sono está associada a uma ingestão alimentar em horários irregulares. Além disso, a pesquisa de revisão conduzida por Chaput et al. (5) destacaram que o sono insuficiente aumenta a ingestão de alimentos mais tarde no dia. Nedeltcheva et al. (13) observaram que alterações no padrão circadiano podem resultar em irregularidades nos padrões alimentares durante a privação de sono, possivelmente devido a um atraso na liberação de melatonina, o que corresponde a um atraso no início da noite biológica.

Em um estudo conduzido por Farsijani et al. (18), foram caracterizados os comportamentos crononutricionais e suas tendências ao longo de 15 anos entre adultos norte-americanos, onde a prevalência de obesidade é alta. Os resultados revelaram que os adultos dos EUA consistentemente consomem maiores quantidades de energia no final do dia. Além disso, foi observado que há uma prevalência significativa de hábitos alimentares tardios e janelas de alimentação prolongadas, com duração de 13 horas ou mais, entre os adultos nos EUA.

Markwald et al. (6) observaram em seu estudo que os participantes tinham desjejuns reduzidos durante a privação de sono. Isso pode ser atribuído ao atraso no horário circadiano causado pela falta de sono, resultando em uma mudança nos horários das refeições, especialmente no café da manhã. Além disso, a ingestão tardia de alimentos pode ter contribuído para essa observação. Segundo Garaulet et al. (19), indivíduos que consomem uma parte maior de suas calorias diárias no final do dia tendem a ter uma menor perda de peso durante a restrição calórica, em comparação com aqueles que consomem uma proporção maior de suas calorias no início do dia. Morris et al. (5) e McHill et al. (20) também destacaram que a ingestão de alimentos mais tarde, próxima à noite biológica, está associada a um efeito térmico reduzido dos alimentos e está relacionada ao ganho de peso e obesidade.

Papatriantafyllou et al. (8) observaram que a falta de sono está associada a maus hábitos alimentares, incluindo um aumento no número de refeições. Segundo Dashti et al. (21), aqueles que têm uma duração reduzida do sono demonstram padrões alimentares mais irregulares, incluindo uma frequência maior de refeições menores e com maior densidade

energética. No estudo de Imaki et al. (9), a privação de sono foi associada a horários e hábitos alimentares irregulares, como lanches entre as refeições e comer fora de casa.

## **INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DO SONO NOS HORMÔNIOS REGULADORES DO APETITE**

Os ciclos sono-vigília exercem um impacto significativo nos níveis de grelina e leptina (8). A grelina, hormônio produzido principalmente no estômago, desencadeia a sensação de fome, enquanto a leptina, secretada pelos adipócitos, promove a saciedade. Esses hormônios são modulados tanto pelo sono quanto pelo ciclo sono-vigília, além de serem influenciados pela ingestão alimentar.

A variação nos níveis de grelina segue o ciclo sono-vigília de forma distinta: aumentam durante o dia biológico e diminuem durante a noite biológica. Além disso, sua concentração é influenciada pela ingestão alimentar, aumentando antes das refeições e diminuindo após as mesmas. Por outro lado, os níveis de leptina aumentam durante a noite biológica, diminuindo durante o dia, e se elevam após as refeições, diminuindo antes da próxima (5).

A leptina é liberada em resposta às variações no balanço energético, fornecendo informações sobre a quantidade de energia armazenada na forma de gordura (22). Spiegel et al. (23), associaram a restrição parcial do sono à redução dos níveis de leptina e ao aumento da grelina. Arora et al. (24) e Taheri et al. (25) corroboram essa relação, observando um aumento nos níveis de grelina e uma diminuição nos níveis de leptina em situações de privação de sono. Essas alterações hormonais podem potencializar a ingestão alimentar, de acordo com suas funções.

Johnston et al. (26) demonstraram que o desalinhamento circadiano está associado a uma redução nas concentrações do hormônio da saciedade, a leptina. A revisão de literatura de St-Onge (16) apresentou estudos que indicam uma redução de 18% nos níveis de leptina e um aumento de 28% nos níveis de grelina após sono insuficiente. Em outro estudo observado na mesma revisão, foi notado uma diminuição de 19% nos níveis de leptina.

## **INFLUÊNCIA DA RESTRIÇÃO DO SONO NO GANHO DE PESO**

Diversos estudos têm se dedicado à investigação dos potenciais fatores de risco associados à obesidade. Elementos relacionados ao estilo de vida, ambiente e genética foram identificados, sugerindo uma causa multifatorial para a condição. Além dos fatores de risco modificáveis, como atividade física e dieta, há argumentos de que a melhoria do ritmo circadiano pode ser uma estratégia eficaz na prevenção da obesidade (2).

Nos últimos anos, estudos têm destacado a relação entre a quantidade e a qualidade do sono e o controle do peso corporal. De acordo com estudos epidemiológicos, o sono insuficiente é definido como dormir menos de 7 horas por noite, conforme recomendado por órgãos de saúde pública para manter a saúde. Essa privação de sono tem sido associada a uma série de alterações metabólicas e hormonais e está associada a resultados indesejados, como um maior risco de desenvolvimento de doenças (5).

Além disso, a restrição do sono influencia os hábitos alimentares e a regulação do apetite, potencializando ainda mais esse impacto sobre o peso corporal. Conforme destacado por Papatriantafyllou et al. (8), comer e dormir em horários irregulares estão relacionados a um maior risco de obesidade e a um perfil metabólico comprometido.

Markwald et al. (6) demonstraram em seus estudos que a restrição parcial do sono está associada a um aumento no gasto energético diário, atribuído ao custo adicional de permanecer acordado por mais tempo. Esse aumento no gasto energético pode ser acompanhado por um aumento na ingestão de energia, como uma adaptação fisiológica para compensar os custos energéticos adicionais de se manter acordado por mais tempo. Quando os indivíduos têm acesso ilimitado aos alimentos (ad libitum), essa ingestão pode exceder a energia necessária para manter o equilíbrio energético, resultando em um excesso de consumo em relação ao gasto energético e, conseqüentemente, contribuindo para o ganho de peso.

No estudo de Brondel et al. (27), foi observado que indivíduos com sono insuficiente tiveram uma ingestão energética 22,5% maior, equivalente a 559 kcal. Estudos corroboram a evidência de que o aumento da duração do sono em indivíduos com dificuldades para dormir reduz a ingestão energética, especialmente proveniente de gorduras e carboidratos, resultando em uma diminuição do peso corporal. Sugerem ainda que melhorar a duração ou qualidade do sono pode ser benéfico na redução do ganho de peso em crianças (28).

Outros estudos também investigaram a relação entre a curta duração do sono e o ganho de peso e obesidade, constatando uma relação proporcional entre o número de pessoas que relataram dormir menos de 6 horas de sono por noite com o aumento da obesidade (6). Resultados semelhantes foram descritos na revisão de St-onge (16), mostrando que aqueles que relatam dormir menos de 7 horas por noite têm maior probabilidade de serem obesos em comparação com aqueles que dormem o período ideal, cerca de 7–8 horas por noite. Outra investigação identifica uma associação entre a auto-relatação de sono inferior a 6 horas por noite e o ganho de peso, enquanto dormir menos de 5,5 horas por noite está ligado a um maior risco de obesidade (13).

Estudos mencionados por Nedeltcheva et al. (13) também apontaram a relação entre a privação de sono em adultos e um maior risco de ganho de peso e obesidade (13). Em uma meta-análise realizada por Chaput et al. (5), a restrição parcial do sono foi associada a um aumento de 38% na incidência de obesidade em comparação com indivíduos com sono adequado (5). Além disso, uma análise realizada nos dados da Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição (NHANES), mostrou taxas significativamente mais altas de obesidade em adultos que relataram ter sono insuficiente (8). Nedeltcheva et al. (13) também observaram que o aumento na ingestão de energia durante a privação de sono ocorre principalmente por meio de lanches, com pouca alteração significativa na ingestão energética das refeições principais, sendo esses lanches mais frequentes durante a noite.

Para confirmar a associação entre ganho de peso e alterações nas vias alimentares, investigações foram feitas. Os dados sugerem que a relação entre sono insuficiente e obesidade pode ser explicada pelas mudanças nos níveis dos hormônios grelina e leptina (13). Além disso, o momento tardio da ingestão alimentar também está correlacionado com a obesidade (5). Mudanças no horário das refeições e distúrbios do sono aumentam o risco

de obesidade, afetando não apenas a quantidade, mas também a qualidade da dieta, juntamente com outros fatores de estilo de vida. Indivíduos com sono insuficiente têm maior propensão a ganhar peso devido ao aumento da ingestão calórica, indicando que a privação de sono pode ser um fator significativo no desenvolvimento da obesidade (8).

Na revisão de literatura conduzida por Summa e Turek (4), é citado um estudo epidemiológico que estabelece uma associação entre os ritmos circadianos e o equilíbrio energético, indicando um aumento no risco de obesidade, definida por um Índice de Massa Corporal (IMC) superior a 30 kg/m<sup>2</sup>, entre trabalhadores por turnos em comparação com aqueles que trabalham durante o dia. No entanto, Summa e Turek (4) enfatizam a complexidade desses resultados, pois a obesidade está correlacionada a uma variedade de outros comportamentos pouco saudáveis comuns entre os trabalhadores por turnos, incluindo dieta inadequada, falta de atividade física e privação de sono.

Por exemplo, se o aumento da demanda energética durante a privação de sono não for compensado pelo aumento na ingestão de alimentos, pode ocorrer perda de peso. Portanto, sono insuficiente por si só pode não resultar diretamente em ganho de peso (6). No entanto, a relação entre o sono e o peso corporal é complexa e influenciada por diversos fatores, incluindo a qualidade e o tipo de dieta adotada durante o período de privação de sono. A perda ou ganho de peso durante a restrição de sono depende, em grande parte, da dieta escolhida pelos indivíduos. Quando a dieta é projetada para atender as necessidades energéticas de um dia com sono suficiente, ocorre um balanço energético negativo e, conseqüentemente, a perda de peso. No entanto, se a ingestão não é controlada e os indivíduos têm acesso ilimitado aos alimentos, ocorre um aumento desproporcional da ingestão de energia em relação ao aumento do gasto energético, resultando em um balanço energético positivo e, conseqüentemente, ganho de peso (5).

Por sua vez, na pesquisa realizada por Nedeltcheva et al. (13) em adultos com excesso de peso, observou-se que a redução de peso em resposta ao balanço energético negativo sob condições de restrição parcial de sono resultou em perda de massa muscular em vez de tecido adiposo, em comparação com a restrição calórica sob condições de sono adequado.

Em outro estudo conduzido por Nedeltcheva et al. (13) com participantes submetidos a 14 dias de restrição calórica, foi constatado que aqueles que passaram 5,5 horas por dia dormindo perderam menos gordura do que aqueles que passaram 8,5 horas. Este achado é corroborado por pesquisas adicionais que observaram que uma dieta controlada combinada com sono curto (4 horas por dia) resultou em menos perda de peso do que com sono normal (9 horas por dia) (8). Isso sugere que o sono desempenha um papel crucial na perda de peso e que a restrição de sono pode interferir nesse processo.

Em um ensaio clínico apresentado na revisão de Frank et al. (15) foi relatada uma associação direta entre a duração do sono e a perda de peso bem-sucedida, corroborando com outros estudos mencionados anteriormente. No entanto, é importante destacar que na literatura existem estudos que não encontraram uma associação significativa entre o tempo de sono e a redução de peso, conforme discutido na revisão realizada por Papatriantafyllou et al. (8).

Nesse contexto, as descobertas de estudos epidemiológicos e observacionais em humanos, aliadas à prevalência generalizada das alterações circadianas, destacam a

necessidade premente de mais pesquisas clínicas e intervencionistas nessa área. Tais estudos são essenciais para uma compreensão mais abrangente dos mecanismos metabólicos relacionados à perturbação do ciclo circadiano, além de investigar o potencial impacto positivo de intervenções comportamentais na saúde. Já existem investigações clínicas que sugerem uma associação entre o desalinhamento dos ritmos circadianos e anomalias metabólicas, endócrinas e cardiovasculares, aumentando o risco de doenças. No entanto, esses estudos são complexos, demandam recursos substanciais e enfrentam desafios logísticos, muitas vezes limitados por períodos de tempo relativamente curtos (4).

Em resumo, a maioria dos estudos analisados indica que a interação entre sono, ingestão alimentar e regulação hormonal desempenha um papel crucial no controle do peso corporal. As pesquisas revisadas ressaltam que a privação de sono está associada a alterações nos níveis hormonais relacionados ao apetite, padrões alimentares irregulares e dificuldades na perda de peso. Em paralelo, períodos adequados de sono são essenciais para manter um equilíbrio hormonal saudável e facilitar o gerenciamento do peso. Portanto, estratégias voltadas para a melhoria da qualidade e da duração do sono podem ser benéficas na promoção da saúde e na prevenção e tratamento da obesidade.

## CONCLUSÕES

As pesquisas conduzidas sobre a relação entre sono, padrões alimentares e regulação hormonal, torna-se evidente a complexa interação desses elementos no controle do peso corporal e na saúde metabólica. Enquanto a restrição do sono parece contribuir para o ganho de peso e dificuldades na perda de peso, períodos adequados de sono estão associados a melhores resultados em programas de gerenciamento de peso. Portanto, a promoção de hábitos saudáveis de sono pode ser uma estratégia importante para prevenir e tratar a obesidade e suas complicações metabólicas.

No entanto, destaca a importância de mais investigações clínicas e intervencionistas nessa área para uma melhor compreensão dos mecanismos envolvidos. Tais estudos são essenciais para elucidar os efeitos precisos da perturbação do ciclo circadiano na saúde e para avaliar o potencial impacto de intervenções comportamentais. Embora os desafios logísticos e a complexidade dos estudos clínicos possam ser consideráveis, eles são fundamentais para a formulação de estratégias eficazes de promoção da saúde e tratamento da obesidade.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC UNIFTC).

## REFERÊNCIAS

1. Yoon S, Shapiro C. Chronobiology of Sleep – Circadian Rhythms, Behavior, and Performance. *Encycl Sleep Circadian Rhythm*. 2023;2 ed.:56–66.
2. Esther MM, Huerta M, Amiano P, Lasheras C, Artacho R, Moreno-iribas C, et al. Circadian clock gene variants and their link with chronotype, chrononutrition, sleeping patterns and obesity in the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study. *Clin Nutr*. 2022;41:1977–90.

3. Poggiogalle E, Jamshed H, Peterson CM. Circadian Regulation of Glucose, Lipid, and Energy Metabolism in Humans. *Metabolism*. 2018;84:11–27.
4. Summa KC, Turek FW. Chronobiology and Obesity : Interactions between Circadian Rhythms and Energy Regulation 1 – 3. *Adv Nutr [Internet]*. Â© 2014 American Society for Nutrition; 2014;5(3):312S–319S. Available from: <http://dx.doi.org/10.3945/an.113.005132>
5. Chaput J, Mchill AW, Broussard JL, Dutil C, Costa BGG. The role of insufficient sleep and circadian misalignment in obesity. *Nat Rev. Springer US*; 2023;19:82–97.
6. Markwald RR, Melanson EL, Smith MR, Higgins J, Perreault L, Eckel RH. Impact of insufficient sleep on total daily energy expenditure, food intake, and weight gain. *PNAS*. 2013;110(14):5695–700.
7. Stamatakis KA, Brownson RC. Sleep duration and obesity-related risk factors in the rural Midwest. *J Prev Med*. 2008;46(5):439–44.
8. Papatriantafyllou E, Efthymiou D, Zoumbaneas E, Popescu CA, Vassilopoulou E. Sleep Deprivation : Effects on Weight Loss and Weight Loss Maintenance. *Nutrients*. 2022;14:1–13.
9. Masahide I, Yoshiko H, Yukiko O, Yukie Yoshida ST. An epidemiological study on relationship between the hours of sleep and life style factors in Japanese factory workers. *J Physiol Anthr Appl Hum Sci*. 2002;21(2):115–20.
10. Karine S, Esra T, Plamen PC, Van E. Brief Communication: Sleep Curtailment in Healthy Young Men Is Associated with Decreased Leptin Levels, Elevated Ghrelin Levels, and Increased Hunger and Appetite. *Ann Intern Med*. 2004;141(8):846–50.
11. Shechter A, Grandner MA, Obesity Y, Sleep B, Program M. The Role of Sleep in the Control of Food Intake. *Am J Lifestyle Med*. 2016;8(6):371–4.
12. Diego Hjorth MF, Sjödin A, Dalskov S, Damsgaard CT, Michaelsen KF, Biloft-jensen A, et al. Sleep duration modifies effects of free ad libitum school meals on adiposity and blood pressure. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015;8:1–8.
13. Nedeltcheva A V, Kilkus JM, Imperial J, Kasza K, Schoeller DA, Penev PD. Sleep curtailment is accompanied by increased intake of calories from snacks 1–3. *Am J Clin Nutr*. 2009;89:126–33.
14. Shi Z, McEvoy M, Luu J et al. Dietary fat and sleep duration in Chinese men and women. In: *Endocrinology, Diabetes, and Metabolism*. 2008. p. 536–8.
15. Sarah F, Kelli G, Lee-Ang L, Young MC, Tamez M, Mattei J. Diet and Sleep Physiology : Public Health and Clinical Implications. *Front Neurol*. 2017;8(August):1–9.
16. St-Onge MP. The Role of Sleep Duration in the Regulation of Energy balance : Effects on Energy intakes and Expenditure. *Journal Clin Sleep Med*. 2013;9(1):73–80.
17. Kim S, Roo LA De, Sandler DP. Eating patterns and nutritional characteristics associated with sleep duration. *Public Heal Nutr*. 2011;14(5):889–95.
18. Farsijani S, Mao Z, Cauley JA, Newman AB. Comprehensive assessment of chrononutrition behaviors among nationally representative adults: Insights from National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) data. *Clin Nutr*. 2023;42(10):1910–21.
19. Garaulet M, Gómez-Abellán P, Albuquerque-Béjar JJ, Lee Y-C, Ordovás JM, Scheer FA. Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *Int J Obes (Lond)*. 2013;37(4):604–11.



20. Morris CJ, Garcia JI, Myers S, Yang JN, Program C, Disorders C. The human circadian system has a dominating role in causing the morning/evening difference in early diet-induced thermogenesis. *Obesity*. 2016;23(10):2053–8.
21. Dashti HS, Scheer FA, Jacques PF, Lamon-Fava S, Ordovás JM. Short Sleep Duration and Dietary Intake : Epidemiologic Evidence , Mechanisms ,. *Am Soc Nutr*. 2015;6(13):648–59.
22. Marques MS, Tufik S. Orexin activation precedes increased npy expression, hyperphagia and metabolic changes in response to sleep deprivation. *J Physiol Endocrinol Metab*. 2010;
23. Spiegel K, Leproult R, Hermite-bale ML, Copinschi G, Penev PD, Cauter E. Leptin Levels Are Dependent on Sleep Duration: Relationships with Sympathovagal Balance, Carbohydrate Regulation, Cortisol, and Thyrotropin. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89(11):5762–5771.
24. Arora T, Choudhury S, Taheri S. The Relationships Among Sleep , Nutrition , and Obesity. 2015;218–25.
25. Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. Short Sleep Duration Is Associated with Reduced Leptin, Elevated Ghrelin, and Increased Body Mass Index. *Plos Med*. 2004;1(3):210–7.
26. Johnston JD, Ordovás JM, Scheer FA, Turek FW. Circadian Rhythms, Metabolism, and Chrononutrition in Rodents and Humans. *Am Soc Nutr*. 2016;7:399–406.
27. Brondel L, Romer MA, Nougues PM, Touyarou P, Davenne D. Acute partial sleep deprivation increases food intake in healthy men 1 – 3. *Am J Clin Nutr* [Internet]. American Society for Nutrition.; 2010;91(6):1550–9. Available from: <https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28523>
28. Liu S, Wang X, Zheng Q, Gao L, Sun Q. Sleep Deprivation and Central Appetite Regulation. *Nutrients*. 2022;14:1–12.
29. Tak H, Yun Y, Lee C, Yoon S. Sulindac imprinted mungbean starch / PVA biomaterial films as a transdermal drug delivery patch. *Carbohydr Polym* [Internet]. Elsevier; 2019;208(December 2018):261–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.12.076>

## AVANÇOS E APLICAÇÕES NA HARMONIZAÇÃO ENOGASTRÔNOMICA: UMA PERSPECTIVA CIENTÍFICA

Marianna Pozzatti Martins de Siqueira \*<sup>1</sup>; Ana Denize Grassi Padilha <sup>2</sup>;  
Mariane Lobo Ugalde <sup>3</sup>

*\*1Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: marianna.pozzatti@iffarroupilha.edu.br*

*2Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: ana.padilha@iffarroupilha.edu.br*

*3Docente do Instituto Federal Farroupilha Campus Júlio de Castilhos – Email: mariane.ugalde@iffarroupilha.edu.br*

**Resumo:** A harmonização envolve o estudo das características do alimento e do vinho, a fim de conseguir atingir o equilíbrio entre os constituintes. Contudo, normalmente, leva-se em conta apenas os aspectos gerais dos alimentos e dos vinhos e a harmonização é desenvolvida de maneira empírica. Assim, percebe-se que estudar a harmonização é uma área muito complexa que pode se interligar com diversas outras áreas relacionadas com o estudo dos alimentos. Desta maneira, objetivou-se conhecer o estado de arte da literatura, referente ao estudo da harmonização sob a perspectiva da ciência de alimentos. A metodologia empregada consistiu em uma análise bibliométrica. O estudo tem característica teórica, possui objetivos descritivos e exploratórios e os procedimentos metodológicos enquadram-se como levantamento bibliográfico. A partir das palavras-chave estipuladas, foram encontrados 22 trabalhos relacionados com o tema. Os trabalhos são provenientes de diversos países e publicados entre o ano de 2005 e 2022. A partir das informações provenientes dos estudos abordados, podemos observar diferentes abordagens, objetivos e metodologias para avaliar a harmonização do ponto de vista da ciência de alimentos e confirma-se a complexidade do assunto, mas que é possível desenvolver metodologias a fim de tornar a harmonização algo menos subjetivo.

**Palavras-chave:** comida; enogastronomia; harmonização; vinho

## INTRODUÇÃO

A gastronomia consiste em uma área que abrange tudo o que está relacionado com o alimento. Dentro desta área, existe uma subárea denominada “enogastronomia”, a qual estuda a harmonização entre o vinho e o alimento (1).

A harmonização envolve o estudo das características do alimento e do vinho, a fim de conseguir atingir o equilíbrio entre os constituintes, fazendo com que nenhum se sobreponha, garantindo assim, a apreciação das características de ambos (2, 3). É necessário levar em conta o sabor e estrutura do alimento, os temperos e os métodos de cocção empregados, pois todos estes fatores são variáveis que impactam diretamente na escolha adequada do vinho (2, 4).

Ao mesmo passo, o vinho apresenta uma série de variáveis que merecem a mesma atenção, como por exemplo: o tipo de vinho utilizado, se branco, tinto, rosé, espumante, vinho de sobremesa; as técnicas de vinificação empregadas, as quais impactam diretamente na estrutura do vinho; o *terroir*, que consiste nos fatores climáticos, geográficos e humanos que influenciam na característica de um produto. Todos estes fatores influenciarão na acidez, tanicidade e alcoolicidade que o vinho apresentará, e estes fatores são norteadores para a definição do tipo de alimento que irá harmonizar com a bebida (2).

Normalmente, empregam-se duas formas de executar a harmonização: por semelhança, na qual, buscam-se características semelhantes entre o vinho e a comida, para que juntas, alcancem a harmonia de sabores, aromas e texturas. A outra maneira de harmonizar, é por contraste, neste caso, escolhem-se atributos diferentes entre o vinho e a comida, a fim de que eles se complementem, como por exemplo, para alimentos gordurosos, é preciso que o vinho contenha acidez ou efervescência ou elevado potencial alcoólico, para atuar como agente “limpante” da gordura (5).

De modo geral, percebe-se um aumento de interesse sobre o assunto (4, 5, 6). Entretanto, normalmente, nota-se que estudos e o interesse sobre o assunto não apresenta cunho científico, devido à complexidade da temática. Além disso, essa área pode se interligar com diversas outras temáticas relacionadas com o estudo dos alimentos.

Desta forma, a partir deste estudo, pretende-se conhecer o estado de arte da literatura, referente ao estudo da harmonização sob a perspectiva da ciência de alimentos.

Para alcançar este objetivo, realizou-se uma análise bibliométrica. O estudo tem característica teórica, possui objetivos descritivos e exploratórios e os procedimentos metodológicos enquadram-se como levantamento bibliográfico, uma vez que são baseados na observação de pesquisas referentes ao assunto abordado (7).

Primeiramente, foi realizado um estudo preliminar a fim de encontrar as palavras-chave que melhor descrevem o assunto. As palavras-chave selecionadas foram: “harmonização”, “vinho e comida”, “enogastronomia”, “*food pairing*”, “*wine and food*” and “*enogastronomy*”. As palavras-chave foram utilizadas em conjunto, uma vez que, se empregadas em separado, acabavam por abranger artigos que tinham pouca relação com o assunto. Os pares escolhidos foram: “vinho e comida” e “harmonização”, “harmonização” e “enogastronomia”, “*food and wine*” e “*food pairing*”, “*food pairing*” e “*enogastronomy*”.

Após, prosseguiu-se a pesquisa, utilizando as referidas palavras-chave nas principais bases de dados, a saber, *Scopus*, *Science Direct* e *Web of Science*. Foram considerados os artigos mais relevantes e não foram aplicados filtros, tais como o ano de publicação, a fim de verificar a evolução das pesquisas ao longo do tempo. Após, foram selecionados os

artigos, os quais compuseram o banco de dados, e, com base na leitura dos resumos dos artigos selecionados, formulou-se a compilação final dos artigos mais relevantes referentes ao assunto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia anteriormente descrita, foi realizada a pesquisa colocando as palavras-chave, tanto em português como em inglês, entre aspas, nos citados mecanismos de busca. Com base na análise bibliométrica foram selecionados os artigos de maior relevância relacionados ao assunto (Quadro 1).

Quadro 1. Artigos que estudaram a harmonização entre vinho e comida sob a perspectiva da ciência de alimentos.

<b>Artigo/Ano/Referência</b>	<b>Abordagem</b>
Otimização linear na harmonização de pratos e vinhos regionais do Vale do São Francisco/2022 (8)	Desenvolvimento de uma modelagem matemática (otimização linear) para definir harmonizações entre pratos e vinhos típicos do Vale do São Francisco.
Appropriate food and wine pairings and wine provenance information: Potential tools for developing memorable dining experiences/2021 (9)	Realização de análise sensorial descritiva de alimentos, preparos complexos, vinhos e das combinações entre vinho e comida, além de teste de preferência do consumidor.
Promoting sustainability through regional food and wine pairing/2021 (10)	Promoção da sustentabilidade do turismo utilizando como ferramenta a harmonização entre pratos e vinhos (questionários).
Using check-all-that-apply to evaluate wine and food pairings: an investigation with white wines/2021 (11)	Determinação de como os consumidores avaliam a harmonização entre vinho e comida utilizando o método “Check-all-that-apply”.
Intertwined: What makes food and wine pairings appropriate?/2020 (12)	Estudo dos fatores que influenciam na harmonização entre o vinho e a comida.
Possibilities of wines and fish dishes pairing: preliminar study/2019 (13)	Análise sensorial e questionário <i>on-line</i> para verificar possibilidades de harmonização entre vinho e pratos à base de peixe.
Harmonização de vinhos finos com preparações veganas/2018 (14)	Análise sensorial com avaliadores semi-treinados para definição da harmonização entre vinhos e preparos veganos.
Changes in wine perception induced by food: influence of physiological and psychological factors/2017 (15)	Análise sensorial para verificar mudanças na percepção sensorial do vinho induzida pela comida.
An exploratory study to develop Korean food and wine pairing criteria/2017 (16)	Estudo qualitativo e quantitativo por meio de entrevistas para verificar critérios de harmonização entre pratos coreanos e vinhos.
Food and wine pairing: A new approach/2017 (17)	Reflexão sobre os novos conceitos relacionados com a harmonização, os mecanismos relacionados com as sensações causadas na boca, a riqueza de sabor, o perfil de sabor, além das novas diretrizes gastronômicas.

<p>Emotional responses elicited by wine when pairing with high fat food/2017 (18)</p>	<p>Objetivou avaliar as respostas emocionais provocadas pelo vinho antes e depois da ingestão de comida. As provas foram executadas por um painel treinado e por consumidores não treinados. Os vinhos foram avaliados através de uma ficha de avaliação com descritores emocionais e não-emocionais antes e depois de comerem um prato típico português com alto teor de gordura.</p>
<p>When Chinese cuisine meets western wine/2017 (19)</p>	<p>Estudo da harmonização de vinhos típicos ocidentais com comidas típicas chinesas. Foi utilizado análise experimental fatorial e classificação hedônica.</p>
<p>Wine and cheese: Two products or one association? A new method for assessing wine-cheese pairing/2017 (20)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi identificar quais atributos impactaram a dinâmica de gosto de queijo e vinho individualmente, bem como quando consumidos juntos. Três vinhos (um branco, Pouilly Loché; e dois tintos, Maranges e Beaujolais) e três queijos (Comté, Époisses, Chaource) foram avaliados individualmente por um grupo de 60 consumidores usando monoingestão “Sensação de Dominância Temporal” (TDS) com classificações.</p>
<p>Dynamic changes of taste experiences in wine and cheese combinations/2017 (21)</p>	<p>Utilizaram duas avaliações e grupos de avaliadores diferentes. Primeiro, os participantes de uma conferência de vinhos avaliaram qual componente dominava as combinações entre queijo e vinho. Eles também avaliaram a preferência pela combinação. Em segundo lugar, um grupo de alunos e funcionários da Escola de Hospitalidade, Artes Culinárias e Ciência das Refeições da Universidade de Örebro, avaliou combinações de vinho e queijo usando TDS (Sensação de Dominância Temporal).</p>
<p>The chemistry of matching Italian foods with wines/2017 (22)</p>	<p>Estudaram o nível de correspondência entre os alimentos e os vinhos. Depois, foram realizadas as impressões dos emparelhamentos, discutindo a ciência por trás do emparelhamento de vinhos com aquele prato específico.</p>
<p>Algarve – relação enogastronômica/2016 (23)</p>	<p>Desenvolvimento de um modelo de harmonização com vinhos e preparos típicos da região de Algarve.</p>
<p>The impact of liking of wine and food items on perceptions of wine–food pairing/2015 (24)</p>	<p>Aplicação de análise sensorial e entrevista para verificação do impacto do sabor do vinho e da comida na percepção da harmonização.</p>

The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions/2013 (25)	Avaliação de diferenças significativas na percepção da harmonização de diferentes estilos de vinho e comida. Avaliação do impacto do nível de doçura, acidez e tanino do vinho na percepção da harmonização.
Perceived match of wine and cheese and the impact of additional food elements: A Preliminary study/2012 (26)	Avaliação do impacto de itens adicionais na percepção da harmonização entre vinho e queijos.
Understanding consumer preferences for Shiraz wine and Cheddar cheese pairings/2010 (27)	Estudaram o impacto da ingestão de queijo cheddar com dez vinhos Shiraz australianos comerciais de origem e qualidade diversas por meio de escala hedônica por 54 consumidores de vinho e queijo e 22 especialistas em vinhos.
The direct effects of wine and cheese characteristics on perceived match/2005 (4)	Este estudo considera o impacto direto dos elementos de comida e vinho no nível de percepção de comida e vinho usando um painel sensorial treinado.
Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts/2005 (28)	Recomendação baseada em pesquisa científica para harmonizar vinho e queijo utilizando uma escala de linha estruturada bipolar.

Foram encontrados 22 artigos diretamente relacionados com a proposta de investigação. Com relação ao local de publicação, observou-se uma diversidade de países que apresentaram estudiosos interessados pelo assunto. Os trabalhos tiveram autores provenientes do Brasil, República Tcheca, Portugal, Estados Unidos, Austrália, Canadá, Coreia do Sul, Holanda, Taiwan, Argentina, França e Suécia. Sendo que os que mais publicaram foram Estados Unidos (5 trabalhos), Canadá (5 trabalhos), Portugal (4 trabalhos) e Austrália (4 trabalhos). Alguns trabalhos tiveram autores de diferentes países.

Os trabalhos que apresentaram relação direta com a temática proposta foram publicados entre os anos de 2005 e 2022, sendo que, o ano em que mais ocorreram publicações, foi o ano de 2017, com 8 estudos, seguido de 2021, com 3 publicações e 2019 com 2 publicações. Os demais anos compreendidos entre o interstício mencionado, contaram com apenas 1 publicação cada.

Com relação aos estudos, observou-se uma ampla gama de abordagens, sempre voltadas para minimizar a subjetividade inerente ao assunto. Como mencionado anteriormente, é um assunto complexo, de difícil análise, que envolve diversos conhecimentos e a capacidade de análise de cada julgador, além da bagagem desenvolvida por cada um. Desta maneira, as harmonizações costumam ser elaboradas de maneira geral, embasadas pelas regras de harmonização já estabelecidas.

Existem alguns métodos de análise de harmonização desenvolvidos, como o método Mercadini (29) e o método Fisar. (2). Ambos baseiam-se na análise do vinho e do alimento em separado, a partir da atribuição de pontuações a diferentes categorias de intensidade dos atributos, e, após a análise, é possível gerar uma figura poligonal do vinho e do alimento. Quanto mais as figuras forem o espelho uma da outra, mais a harmonização foi acertada. Este tipo de metodologia permite uma análise levando em consideração pequenos detalhes do alimento e do vinho, facilitando a realização de uma correta harmonização, além de torná-la mais objetiva.



Com relação às diferentes abordagens elencadas neste estudo, Silva (8), que desenvolveu um modelo matemático que prevê minimizar ou maximizar relações de combinação em uma função linear e pode ser aplicado em diversas situações, dentre elas, para efetuar harmonizações entre vinhos e alimentos. Os autores escolheram diversos vinhos e pratos típicos e fizeram a análise das características de ambos. Na modelagem, foi definida a regra de combinação única, ou seja, cada prato harmonizou apenas com um vinho. A modelagem gerou a possibilidade de 1.814.400 possibilidades, sendo aplicada a otimização matemática para escolher a combinação de pratos e vinhos que maximizem a harmonização. Os autores discutem que o estudo de novas interações da enogastronomia é crucial para o desenvolvimento da enologia como um todo, pois é necessário evoluir constantemente para entregar cada vez mais produtos de qualidade e experiências enogastrômicas inovadoras. Por se tratar de uma ciência complexa que utiliza de várias outras áreas de estudo, a enogastronomia deve unificar laços cada vez mais com outras ramificações de conhecimento.

Alguns estudos focaram na análise de como os avaliadores analisam vinhos, alimentos e a harmonização. Kustos *et al.* (9) analisaram salame picante, macarrão com queijo, filé grelhado com purê de batata e mousse de chocolate. Escolheram 4 vinhos Shiraz com características marcantes para efetuar a harmonização. Observaram a complexidade do processo de harmonização, o qual sofre influência de diversas variáveis, principalmente do fator emocional dos julgadores.

Moss *et al.* (11) convidaram 112 avaliadores para analisar cinco vinhos brancos, identificando sua percepção sensorial dos vinhos e quais itens alimentares combinam com o vinho usando uma pergunta CATA. Os participantes separaram os vinhos com base na sua doçura e secura, bem como na sua acidez. Os avaliadores gostaram de vinhos brancos doces, cítricos, frutados e florais, e não gostaram de atributos terrosos e azedos. Quando os participantes combinaram o vinho com queijos duros e chocolate, o sabor dos alimentos e dos vinhos se equilibraram; no entanto, quando os vinhos foram combinados com batata frita, bife e torta de limão, isso prejudicou seu gosto. Os autores sugerem que pesquisas futuras solicitem que os participantes expliquem suas escolhas de harmonização usando perguntas abertas para comentários, a fim de melhor compreender os resultados.

A partir do trabalho realizado, concluiu-se que a harmonização de vinhos e preparações é um tema bastante complexo, que leva em conta múltiplas variáveis. É também um universo dinâmico, em construção, e que apesar de possuir algumas regras básicas, se aplicam mais às características do que aos alimentos em si, possibilitando novas descobertas e constante adaptação às diferentes culturas e comportamentos alimentares. Dessa forma, a harmonização com comida vegana é, não somente possível, mas bastante viável, apesar de tintos mais fortes apresentarem um desafio maior do que os outros estilos testados na pesquisa. Apesar da falta de literatura especializada na harmonização com vegetais, este estudo mostra que as possibilidades são promissoras (14).

Já, neste trabalho, o objetivo foi avaliar o efeito da comida na preferência do vinho, antes e após o consumo de alimentos. Foram usados quatro vinhos comerciais, internacionais, tintos e brancos, com diferentes características sensoriais. As provas foram realizadas por um painel treinado de 28 indivíduos, segmentados por sexo, hábitos tabágicos, sensibilidade para o 6-nPropiltiouracil, fluxo de saliva, preferência pelo doce e “neophobia”. Foram criados segmentos adicionais durante o processo de prova. Tais categorias foram: grau de sensibilidade ao cheiro e grau de sensibilidade às sensações de boca. Em resumo, quando se trata de vinho e comida, a apreciação hedônica parece estar mais ligada ao nosso

fundo cultural, social e psicológico que molda a nossa maneira de experimentar estilos de vinhos desconhecidos. Os autores sugerem que estudos futuros de apreciação do vinho devam ser dirigidos sobre essas características pessoais, do que a capacidade de perceber e descrever as características sensoriais dos vinhos (15).

O objetivo deste trabalho, consistiu em analisar preparos e vinhos típicos da região do Algarve a fim de promover a sustentabilidade do ramo turístico da região. Foram aplicadas análises quantitativas e qualitativas por meio de revisão de literatura e análise sensorial por meio de seis *experts* na área e utilizando a metodologia “*Real-Time Delphi*”, que consiste em um questionário de 3 vias (alimentos, vinhos e harmonização). Concluíram que o questionário foi uma ferramenta interessante para o desenvolvimento da enogastronomia local, sendo assim, mais uma metodologia que pode ser empregada para efetuar harmonizações (23).

Este estudo buscou identificar atributos sensoriais de harmonizações adequadas de alimentos e vinhos e relacioná-los com equilíbrio, gosto do consumidor, complexidade sensorial e preço esperado. Um painel de análise descritiva ( $n = 8$ ) avaliou quatro vinhos Shiraz australianos juntamente com quatro amostras de alimentos complexos, resultando em 16 combinações de vinhos e alimentos. Os resultados sugerem que a qualidade da harmonização de alimentos e vinhos pode ser melhor medida com uma combinação de métodos diretos (dominância/equilíbrio, adequação do emparelhamento) e indiretos (complexidade sensorial e gosto), em vez de uma única escala. O resultado deste estudo melhorou a compreensão da relação entre o comportamento do consumidor e as harmonizações entre comida e vinho (12).

O artigo objetivou descobrir qual é o papel do vinho como produto complementar de pratos de peixe e marisco. Empregaram como metodologia uma avaliação sensorial e um questionário *on-line*. A avaliação sensorial foi realizada através da escala JAR com nove provadores com experiência prévia em harmonizações de vinhos e pratos de peixe. O questionário *on-line* foi preenchido por 123 avaliadores que trabalham na área da gastronomia ou com experiência na harmonização de vinhos e pratos de peixe. Conclui-se que vinho tinto e peixe nem sempre significa um resultado desequilibrado uma vez que os desvios foram aceitáveis. Embora os vinhos brancos combinassem melhor e os tintos fossem ligeiramente dominantes, as combinações com vinhos tintos foram melhores do que as combinações mal escolhidas com brancos. Apesar da dominância dos vinhos tintos, eles podem ser uma boa combinação para pratos de peixes que apresentam um maior teor de gordura. Essa percepção é explicada pela regra do contraste na harmonização. As pessoas com experiência anterior na harmonização de vinhos e pratos de peixe veem o vinho como um elemento essencial para potencializar a experiência gastronômica global e representam um elevado potencial no mercado dos restaurantes de peixe (13).

Devido ao aumento da produção e consumo de vinho coreano, aumentou também o interesse em saber como potencializar a harmonização entre vinho e comida da região. Assim, o estudo buscou desenvolver critérios de harmonização entre o vinho e comida coreanos, examinando a adaptabilidade de orientações de harmonização ocidentais para o paladar coreano. O estudo qualitativo foi feito através da realização de 12 entrevistas individuais e uma entrevista em grupo para verificar as características que influenciam a harmonização de comida e vinho coreanas. Dos 151 questionários distribuídos, foram recebidas 138 respostas válidas. Os resultados qualitativos foram testados e mostraram os seguintes resultados: sabores picantes, sabores fortes e a temperatura quente dos alimentos de origem coreana, foram identificadas como características específicas que dificultam a

harmonização dos vinhos. Dentre os resultados, dois critérios foram identificados, e consistiram no principal resultado da pesquisa. Os entrevistados apontaram que vinho com sabor de carvalho combina bem com alimentos com sabor de molho de soja; e o vinho seco e tânico pode ser combinado com pratos condimentados, o que normalmente não é verificado na maioria das sugestões de harmonização, reforçando a importância deste tipo de investigação (16).

Este trabalho teve como objetivo avaliar as respostas emocionais provocadas pelo vinho antes e depois da ingestão de comida. As provas foram executadas por um painel treinado e por consumidores não treinados. Os vinhos foram avaliados através de uma ficha de avaliação com descritores emocionais e não-emocionais antes e depois de comerem um prato típico português com alto teor de gordura. No geral, a comida não alterou as pontuações atribuídas aos vinhos, mas algumas das suas características foram classificadas diferentemente, através da prova emocional. A partir dos resultados, especularam que o painel não treinado avaliou os vinhos com base no que estão habituados a beber, dando pontuações mais baixas aos vinhos pouco familiares. O painel treinado demonstrou correlações mais altas entre os descritores emocionais e sensoriais, por entender melhor as diferentes gamas de qualidades dos vinhos. Em conclusão, a ficha de prova emocional foi de fácil interpretação para todos os segmentos de consumidores, levando a respostas abertas e honestas pois esta apela aos sentimentos pessoais dos provadores (18).

O estudo avaliou a harmonização de vinhos ocidentais como Chardonnay, Riesling, Merlot e Cabernet Sauvignon, com preparos da autêntica cozinha chinesa. A avaliação sensorial foi realizada para medir o nível afetivo na harmonização de comida e vinho. Foi realizado um experimento fatorial para obter a afeição sensorial do painel de degustação. A classificação hedônica foi adotada para avaliar a resposta afetiva das combinações de cozinha e vinho. Os resultados do teste afetivo indicaram que o Riesling foi o vinho preferido para harmonizar com a maioria das cozinhas chinesas em questão. A interação foi significativa entre diferentes cozinhas e vinhos, indicando que o padrão sensorial hedônico da culinária pode ser influenciado pelo tipo de vinho harmonizado. O estudo efetuou a descrição do perfil sensorial dos preparos, tarefa que pode ser de grande valia para auxiliar no processo de harmonização (19).

O objetivo deste outro estudo foi identificar quais atributos impactam a dinâmica do gosto pelo queijo e vinho individualmente, bem como quando consumidos em conjunto. Três vinhos (um branco e dois tintos) e três queijos (Comté, Époisses, Chaource) foram avaliados por um grupo de 60 consumidores usando mono-ingestão Sensação de Dominância Temporal (TDS) com classificações hedônicas simultâneas. A mesma tela de aquisição de dados foi utilizada para todos os produtos mostrando uma lista única de 14 descritores (cobrindo a percepção de queijo e vinho) e uma escala hedônica para classificação dinâmica de gostar. Houve um efeito do vinho no gosto das combinações, mostrando que no presente caso, vinho branco foi um melhor companheiro para os queijos avaliados do que os vinhos tintos. Este gosto foi explicado por uma duração reduzida de adstringência ou amargor como dominante. Outra constatação foi que adstringência, amargor e acidez no vinho e nas combinações de vinho e queijo foram percebidas como motivadores negativos da preferência dos consumidores. Os resultados consistem em informações importantes a serem consideradas não só na harmonização de vinhos com queijos, mas também ao comunicar as características dos produtos aos consumidores. O método inovador utilizado no presente trabalho abre um novo campo na avaliação de harmonização de vinho. Isso pode ser usado não apenas com queijo, mas também harmonizando vinho (ou cerveja) com pratos (20).

O estudo de Nygren e Nilsen (21) mostrou que os consumidores gostaram do vinho branco doce em combinação com queijo de mofo azul, Roquefort, mais que vinhos brancos semi-secos e vinhos tintos utilizados neste estudo. O estudo também mostrou que o forte sabor do queijo de mofo azul dominou a combinação independentemente de o vinho ser branco ou tinto, doce ou seco. Por fim, o estudo mostrou que o método de avaliação TDS permite obter informações dinâmicas sobre o processo de comer uma refeição e entender mais sobre o relacionamento entre o gosto do consumidor e a experiência dinâmica do gosto. No entanto, um maior conhecimento do que impulsiona a percepção de correspondência é necessário para entender as recomendações de comida e vinho que satisfarão o consumidor. Modelos têm sido desenvolvidos para entender os fatores que afetam as experiências das refeições, como a combinação de vinho e queijo. A força desses modelos é que eles incluem o produto, bem como os consumidores e o meio ambiente.

Collinsworth e Maynard (22) estudaram a ciência por trás da combinação de comida italiana com vinhos. Este trabalho visou usar exemplos de degustações de comidas italianas com diferentes vinhos para educar seus leitores sobre a ciência por trás da harmonização, descrevendo vários componentes que contribuem para o sabor geral do vinho e dos alimentos. Oito pratos tradicionais italianos foram selecionados para cobrir grande parte dos aspectos da comida italiana, e três vinhos foram provados com cada prato. Os pratos escolhidos foram lasanha, frango ao parmesão, espaguete à bolonhesa, risoto de parmesão, massa de frango e camarão, pizza margherita, bruschetta e tiramisu. Para cada receita, foram selecionados pelo menos um vinho tinto e um vinho branco. Também foi selecionado um vinho que se esperava que combinasse bem com o prato e outro que provavelmente não o faria na escolha dos três vinhos. Cada prato foi degustado com os três vinhos, e as combinações foram analisadas para uma variedade de características. Além disso, o nível de correspondência foi anotado, desde uma correspondência negativa até uma correspondência sinérgica. Depois foram realizadas as impressões das harmonizações, discutindo a ciência por trás do emparelhamento de vinhos com aquele prato específico. No estudo, as notas de degustação demonstraram correlação com os resultados esperados explicados pelas regras de harmonização, alinhando-se com a ideia de que a combinação entre comida e vinho pode ser decifrada pela ciência.

No estudo de Herrington e Seo (24) avaliaram o impacto do perfil sensorial de vinhos e alimentos na percepção da correspondência entre vinho e comida. Observaram que as diferenças significativas seguiram percepções tradicionais de correspondências e incompatibilidades e são relacionadas com o conhecimento empírico na área. Sugeriram que pesquisas futuras utilizem um tamanho de amostra maior e mais combinações de vinho e comida. Especificamente, pesquisas futuras devem avaliar relações mais complexas, como pratos de comida complexos e elementos na comida e no vinho que são prováveis impulsores de uma combinação ou incompatibilidade. Este fluxo de pesquisa também se beneficiaria de uma maior compreensão das características dos participantes nas percepções de correspondência ou incompatibilidade. Estudos adicionais também devem considerar o impacto do treinamento ou educação sobre a capacidade de prever níveis de correspondência ou incompatibilidade para combinações de comida e vinho, articular o impacto de vários elementos em corresponder às percepções e prever combinações de alimentos com base no elemento-chave comum a variedade de bebidas (cerveja, chá, café, refrigerante, etc.). Esta pesquisa evidencia a importância de compreender fatores científicos que norteiam o processo de harmonização.

Koone *et al.* (25) exploraram se haviam diferenças significativas na percepção da harmonização para uma variedade de estilos de comida e vinho, além da avaliação do impacto do nível de açúcar, acidez e tanino do vinho na percepção de harmonização. As correspondências de vinho mais percebidas para cada item alimentar foram: Sauvignon Blanc e chèvre, Chardonnay e brie, Cabernet Sauvignon e salame italiano picante, e Vinho do Porto e chocolate ao leite. Os níveis de doçura, acidez e tanino do vinho afetaram significativamente o nível de combinação com certos itens alimentares. Verificou-se também que a experiência na avaliação de harmonizações impactou significativamente o nível de combinação, indicando diferenças entre os participantes mais experientes e iniciantes no papel que a doçura, a acidez e o tanino do vinho tiveram no nível de combinação.

Harrington *et al.* (26) avaliaram a harmonização entre vinhos e queijos e observaram que a união entre certos alimentos e vinhos, aumentou a percepção dos sabores de ambos. Também verificaram que há diferenças substanciais nas percepções entre os participantes, apoiando os argumentos atuais sobre diferenças individuais na percepção sensorial. Os resultados desta pesquisa fornecem implicações valiosas para os profissionais e pesquisadores da área. Além disso, os achados apontam para o potencial aumento de correspondências ideais entre queijo e vinho com a adição de outros elementos alimentares que adicionam camadas de sabores e outros contrastes.

Dez vinhos Shiraz australianos comerciais de origem e qualidade diversas foram avaliados hedonicamente por 54 consumidores de vinho e queijo e 22 especialistas em vinhos. Os vinhos foram harmonizados com um único queijo Cheddar e os consumidores foram solicitados a avaliar os pares "ideais" e indicar uma preferência hedônica pelos pares. Um painel de análise descritivo de sete juízes avaliou as propriedades sensoriais dos vinhos antes e após o consumo do queijo. O painel indicou que o consumo do queijo Cheddar antes da degustação do vinho teve efeitos sensoriais semelhantes em todos os vinhos, incluindo uma redução no comprimento do sabor e na intensidade da adstringência, enquanto a qualidade dos taninos tornou-se mais sedosa. Todos os vinhos dominaram o sabor do queijo, mas o vinho que dominou mais o sabor do queijo foi a harmonização menos apreciada, enquanto o vinho que dominou o queijo em segundo lugar foi a harmonização mais apreciada. Esses resultados confirmam aqueles de trabalhos anteriores de que o consumo de queijo antes da degustação do vinho pode modificar o perfil sensorial do vinho através de uma percepção reduzida de uma série de atributos do vinho. Isto pode ocorrer devido à ingestão de alimentos que mascaram certas características consideradas mais agressivas do vinho (tanino, acidez ou alcoolicidade), aumentando o gosto pelo vinho (27).

Este estudo considerou o impacto direto dos elementos da comida e do vinho no nível de harmonização percebida usando um painel sensorial treinado. Seguindo uma relação hierárquica de componentes, textura e características de sabor, a regressão foi usada para testar o impacto de cinco elementos do vinho presentes em seis variedades de vinho no nível de harmonização para quatro queijos diferentes. O nível geral de doçura no vinho afetou a correspondência percebida em todos os queijos. Relações adicionais variaram de acordo com o tipo de queijo, enquanto relações significativas foram mostradas para o nível de doçura do vinho e o corpo geral do vinho. Relações significativas foram mostradas para o nível de doçura do queijo, o nível de tempero e o corpo geral do queijo. Enquanto as oportunidades de emparelhamento de vinho e comida são abundantes, a comida e as relações com o vinho e o processo de harmonização não é claramente articulado ou pesquisado nas áreas de hospitalidade, gestão de *foodservice* ou turismo gastronômico. Com o crescimento da



produção de vinho em muitas regiões do novo mundo, parece ser uma área madura para pesquisa, treinamento e desenvolvimento profissional (28).

King e Kliff (28) objetivaram fornecer recomendações de harmonização entre vinho e queijos, baseadas em pesquisas científicas. Foram utilizados 9 queijos canadenses premiados e 18 vinhos (seis brancos, seis tintos e seis vinhos especiais). Vinte e sete profissionais de vinhos e alimentos classificaram os pares de vinhos e queijos usando uma escala bipolar de linhas estruturadas (12 cm). O “par ideal”, pontuado no ponto médio da escala, foi definido como uma combinação de vinho e queijo onde nem o vinho nem o queijo dominavam. Para cada queijo, as pontuações médias de desvio do ideal foram determinadas e avaliadas por análise de variância. Pontuações mais próximas de seis foram consideradas “ideais”, enquanto pontuações mais altas ou mais baixas representavam pares onde o “vinho” ou o “queijo” dominavam, respectivamente. Em geral, os vinhos brancos tiveram pontuações médias mais próximas de seis (“ideal”) do que os vinhos tintos ou especiais. Os vinhos de colheita tardia, gelados e do tipo Porto foram mais difíceis de harmonizar. Os juízes variaram consideravelmente em suas avaliações individuais, refletindo um alto grau de expectativa e preferência pessoal. Os autores consideram a complexidade do assunto e que o conceito da nova teoria do sabor é o “perfil de sabor”. No domínio do sabor, “sensação na boca” e “sabor riqueza” são os parâmetros que usamos para ajudar a definir sabores. Também afirmam que pequenas mudanças na preparação levam a grandes mudanças no sabor. Isso é muito importante, visto que normalmente, quando se fala em harmonização, não se leva em conta as técnicas de cocção e os temperos utilizados nos preparos, falando-se deles de maneira generalizada apenas, por exemplo, que vinho branco combina com peixe. Quantidades de sal e várias ervas, acidez, a espessura de um molho, tudo, à sua maneira, alteram o perfil de sabor.

O mesmo se aplica aos vinhos: coisas como o uso de uma determinada cepa de levedura, alteração da duração do período de vinificação, variação de temperatura durante a fermentação e o uso de barris de madeira irá influenciar o perfil de sabor do vinho. Isso explica por que os vinhos não têm todos o mesmo sabor, embora venham da mesma região, ano e casta. Essas características explicam a complexidade do processo de harmonização e a necessidade de dirigir estudos que auxiliem a dirimir este assunto (17).

A partir das informações provenientes dos estudos abordados neste trabalho, podemos observar diferentes abordagens, objetivos e metodologias para avaliar a harmonização do ponto de vista da ciência de alimentos. A natureza complexa da harmonização de alimentos e vinhos ainda não é totalmente compreendida, mas os especialistas concordam que as combinações apropriadas podem aprimorar os sabores desejáveis tanto da comida quanto do vinho, e pode ser uma estratégia inovadora e lucrativa para atender às demandas dos consumidores (6).

## CONCLUSÕES

A enogastronomia, como campo interdisciplinar, desperta crescente interesse, transpondo barreiras entre a prática culinária e a investigação científica. A complexidade da harmonização entre vinhos e alimentos, embora desafiadora devido à sua natureza intrinsecamente subjetiva tem inspirado pesquisadores a desenvolver metodologias que objetivam uma análise mais objetiva e detalhada. Métodos inovadores, como os propostos por Mercadini e Fisar, exemplificam esforços para sistematizar a harmonização, minimizando a subjetividade e enfatizando características específicas dos alimentos e



vinhos. Este trabalho destaca a importância de abordagens científicas para compreender as nuances da enogastronomia, sugerindo que tais investigações podem enriquecer não apenas o conhecimento acadêmico, mas também aplicativos práticos em áreas como turismo, gastronomia e desenvolvimento regional. A revisão evidencia um campo fértil para a pesquisa, indicando a necessidade de estudos futuros que aprofundem a compreensão das interações enogastrômicas e suas implicações socioeconômicas e culturais.

## REFERÊNCIAS

- (1) Barbosa NM, de Souza NG. Bioma Pampa: A enogastronomia no terroir da Campanha Gaúcha e a gastronomia no Rio Grande do Sul [Trabalho de conclusão de curso]. Blumenau: Faculdade Senac; 2021.
- (2) Rabachino R. Harmonização: o equilíbrio entre o vinho e o alimento. Caxias do Sul: Educs; 2012.
- (3) Novakoski D, Freire R. Enogastronomia: a arte de harmonizar cardápios e vinhos. 2ª reimpr. Senac; 2012.
- (4) Harrington RJ, Hammond RMS. The direct effects of wine and cheese characteristics on perceived match. *J. Foodserv.* 2005;8:37-54.
- (5) Spence C, Wang QJ, Youssef J. Combinando sabores e a ordem temporal da degustação. *Sabor.* 2017;6:1-15.
- (6) Kustos M. The gastronomic experience of fine Australian wines of provenance and food pairings [Tese]. Austrália: University of Adelaide, School of Agriculture, Food and Wine; 2019.
- (7) Gil AC. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. Atlas; 2008.
- (8) Silva RA. Otimização linear na harmonização de pratos e vinhos regionais do vale do São Francisco [Trabalho de conclusão de curso]. Pernambuco: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural; 2022.
- (9) Kustos M, Goodman S, Jeffery DW, Bastian SEP. Appropriate food and wine pairings and wine provenance information: Potential tools for developing memorable dining experiences. *Food Qual Prefer.* 2021;94:104297.
- (10) Serra M, Antonio N, Henriques C, Afonso CM. Promoting sustainability through regional food and wine pairing. *Sustainability.* 2021;13:13759.
- (11) Moss R, Barker S, McSweeney MB. Using check-all-that-apply to evaluate wine and food pairings: An investigation with white wines. *J Sens Stud.* 2022;37:12720.
- (12) Kustos M, Heymann H, Jeffery DW, Goodman S, Bastian SEP. Intertwined: What makes food and wine pairings appropriate? *Food Res Int.* 2020; 136:109463.
- (13) Žižka E, Zelený J, Vins Z. Possibilities of wines and fish dishes pairing: Preliminary study. 11th Annual International Conference on Hospitality, Tourism and Education. 2019;11.
- (14) Ferreira MS. Harmonização de vinhos finos com preparações veganas [Trabalho de conclusão de curso]. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2018.

- (15) Manataki C. Changes in wine perception induced by food: influence of physiological and psychological factors. [Dissertação]. Portugal: European Master of Science in Viticulture and Enology. Universidade de Lisboa; 2017.
- (16) Kim S, Lecat B. An exploratory study to develop Korean food and wine pairing criteria. *Beverages*. 2017;3:40.
- (17) Klosse P. Food and wine pairing: A new approach. *RHM*. 2011;1:5-8.
- (18) De Almeida SCA. Emotional responses elicited by wine when pairing with high fat food [Dissertação]. Portugal: Universidade de Lisboa; 2017.
- (19) Wang S-T. When Chinese cuisine meets western wine. *Int J Gastron Food Sci*. 2017;7:32-40.
- (20) Galmarini MV, Dufau L, Loiseau AL, Visalli M, Schlich P. Wine and cheese: Two products or one association? A new method for assessing wine-cheese pairing. *Beverages*. 2018;4:13.
- (21) Nygren T, Nilsen AN, Ostrom A. Dynamic changes of taste experiences in wine and cheese combinations. *J Wine Res*. 2017;28:105-122.
- (22) Collinsworth S, Maynard R. The Chemistry of matching Italian foods with wines [Tese]. Estados Unidos: Universidade do Sul da Califórnia; 2017.
- (23) Serra MAD. Algarve – relação enogastronômica [Dissertação]. Portugal: Universidade do Algarve; 2015.
- (24) Harrington RJ, Seo HS. The impact of liking of wine and food items on perceptions of wine–food pairing. *J Foodserv*. 2015; 18:489–501.
- (25) Koone R, Harrington RJ, Gozzi M, McCarthy M. The role of acidity, sweetness, tannin and consumer knowledge on wine and food match perceptions. *J Wine Res*, 2014;25:158-174.
- (26) Harrington RJ, McCarthy M, Gozzi M. Perceived match of wine and cheese and the impact of additional food elements: A Preliminary Study. *J Foodserv*. 2010;13:311-330.
- (27) Bastian SEP, Collins C, Johnson TE. Understanding consumer preferences for Shiraz wine and Cheddar cheese pairings. *Food Qual Prefer*. 2010;21:668-678.
- (28) King M, Cliff M. Evaluation of ideal wine and cheese pairs using a deviation-from-ideal scale with food and wine experts. *J Food Qual*. 2005; 28:245-256.
- (29) Lapkouski AK. Análise de dados aplicada à enogastronomia [Trabalho de conclusão de curso]. Paraná: Universidade Federal do Paraná; 2018.

## APLICAÇÃO DO FEIJÃO GUANDU (*Cajanus cajan*) EM COXINHAS VEGANAS: CARACTERIZAÇÃO E INOVAÇÃO

Maria Lina de Souza Simão<sup>\*1</sup> ; Mariza Maria de Souza Simão<sup>1</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\**Maria Lina De Souza Simão – Email: [maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br)*

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:maria.lina@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>, <[mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mariza.maria@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>.

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>, <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>, <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>, <[janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar sensorialmente uma coxinha funcional vegana utilizando na massa feijão andu e batata inglesa e o recheio de mamão, quanto a sua aceitabilidade com a realização de análise sensorial. O trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do IF sertão campus Salgueiro-PE. A análise sensorial foi realizada com 100 provadores do IF SERTÃO CAMPUS SALGUEIRO-PE, entre alunos, servidores e professores. A aceitabilidade das amostras foi avaliada por meio de uma escala hedônica estruturada de nove pontos. Os atributos avaliados foram cor, sabor, textura, aroma e impressão global. O perfil dos provadores que responderam ao questionário foi representado por 64 do sexo feminino e masculino 36. Consumo predominante, quinzenal, mensal e 2 a 3 vezes por semana com, respectivamente, 24%, 23% e 20%. Em termos de textura e impressão global na formulação F1, pode-se observar que as médias foram iguais, eos desvios padrão tiveram diferenças mínimas entre si. Na formulação F2 não houve médias iguais, mas entre as características textura e sabor obtiveram-se médias com valores aproximados. Conclui-se que o foco dessa utilização de ingredientes nutritivos tem uma concepção de inovação no mercado alimentício com o desenvolvimento de produtos com aspectos especiais, que fascinam e traga saúde ao consumidor.

**Palavras-chave:** CELÍACOS; INOVAÇÃO; PANIFICAÇÃO

## INTRODUÇÃO

A coxinha é tradicionalmente um salgado brasileiro, com uma composição muito simples, feita com farinha de trigo, caldo, manteiga e recheio de carne. Apresenta um alto consumo, sendo encontradas nas lanchonetes, padarias e até em supermercados, por ser um salgado prático que demanda baixo custo e economia de tempo para o consumidor.

O feijão andu é uma oleaginosa pertencente à família fabaceae, subfamília faboideae, sendo muito conhecido no Nordeste brasileiro por feijão guandu ou simplesmente andu. E o feijão andu é considerado muito importante por ser um grão nutritivo e com capacidade de alimentar humano e animais (bovinos e aves).

A batata, popular no Brasil como batata-inglesa, tem origem da região dos Andes, na América, onde vem sendo cultivada há cerca de 7000 anos.

Vem sendo a terceira fonte de alimento para a humanidade. A batata é carente de gordura e rica em carboidratos. São fonte importante de fósforo, vitaminas, realçando como fonte de vitamina C (1).

De acordo com a pesquisa Brasil ESCOLA (2), o mamão é uma fruta do mamoeiro, pertencente a espécie do gênero da cariacapapaya. E o mamão é uma fruta apreciada em todo estado brasileiro. O mamão tem sua variabilidade de consumo seja in natura, ou como doces, suco, saladas etc.

“O mamão deve estar presente em cardápios sustentáveis na Região Sul especialmente durante o verão. Sua versatilidade de utilização fornece possibilidades para a criação gastronômica e utilização em outras estações” (3).

Segundo PILETTI et al (4), a coxinha se enquadra nos salgados não tão saudável, pelo seu alto teor de carboidrato e gordura. Sendo assim, atualmente se tem a necessidade de se transformar este alimento em um produto mais saudáveis rico em fibras, sem glúten e com funcionalidade nutricional (5).

Com intenção de enriquecer o mesmo, a adição de andu, batata-inglesa e mamão para agregar nutrientes na composição original e transformar em produto mais saudável a fim de melhorar ou suprir a carência nutricional. O produto enriquecido traz benefícios para a saúde e acaba adquirindo seguidores vegano, por não conter carne e produtos de origem animal.

Assim, estes têm o objetivo de incentivar a produção, consumo e uso sustentável do feijão guandu, valorizando sua importância nutricional e segurança alimentar, o qual será desenvolvido para a promoção do uso de alimentos com alto valor nutritivo da biodiversidade local.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e preparação do material

O trabalho foi realizado no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do IF Sertão – Campus Salgueiro-PE.

Os ingredientes foram adquiridos em um supermercado de Salgueiro-PE, o andu e o mamão sofreram um cuidado maior na escolha, pois precisava demonstrar aspectos bons nas suas características sensoriais.

Os ingredientes utilizados para a elaboração das coxinhas veganas foram o andu, batata-inglesa, mamão, água, óleo e outros.

Para o cozimento do andu e da batata inglesa foram utilizadas duas panelas, respectivamente, com 700 ml e 400 ml de água, por um tempo de cozimento aproximado de 30 a 40 minutos. Logo após, cada produto foi transferido para um recipiente onde o andu foi processado no liquidificador com água e óleo para a homogeneização e a batata-inglesa foi processado com um amassador e adicionado a farinha de rosca, para serem utilizadas como massa.

O recheio foi feito com o mamão verde (Figura 1-A), onde o mesmo foi descascado, ralado, temperado e cozido numa panela com 200 ml de água, por um tempo de cozimento de 20 minutos, depois transferido para uma escorredeira.



(A)



(B)

Figura 1- Imagem ilustrativa do processo de obtenção da coxinha vegana  
 (A) Mamão cozido (B) Coxinha vegana

Foram produzidas duas massas: F1: Feijão + massa de trigo; F2: Feijão + Massa com batata-inglesa. O mamão foi usado como recheio e a farinha de rosca para empanar as coxinhas. As duas formulações foram assadas no forno convencional a temperatura de 180°C por aproximadamente 30 a 40 minutos.

Tabela 1- Formulações das coxinhas veganas.

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação F1</b>	<b>Formulação F2</b>
Andu	23,53%	31,67%
Óleo	1,68%	2,35%
Água	43,47%	---
Farinha de trigo	16,84%	---
Purê de batata	---	35,32%
Farinha de rosca	---	10,48%
Mamão	14,45%	20,12%

**F1:** feijão andu e recheio de mamão; **F2:** batata inglesa e recheio de mamão.

## Análise sensorial



Primeiramente foi realizado o grupo de foco, com 10 provadores não treinados, onde foram servidas as amostras de coxinha. Os provadores avaliaram as características que melhor identificam os atributos de aparência, cor, aroma, textura e sabor das duas formulações.

Em seguida elaboradas as fichas sensoriais do CATA, a partir da avaliação do grupo de foco, contendo os característicos mais identificadas pelos provadores com a opção de múltipla escolha.

Os testes de aceitação sensorial foram realizados com as preparações já definidas e padronizadas, segundo metodologia descrita por Stone e Sidel (6), o qual foi realizado no laboratório de análise sensorial de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro. As amostras foram avaliadas por 100 provadores não treinados, de ambos os sexos, recrutados de forma aleatória, com idade entre 18 e 65 anos, entre os universitários, professores e alunos da unidade.

No teste de aceitação as amostras foram servidas monadicamente aos provadores, à temperatura convencional de apresentação, na quantidade de 25 a 35 g, em recipientes brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de um copo com água para eliminação do sabor residual na boca. Foi utilizada a escala hedônica estruturada verbal de nove pontos, associado a um valor numérico (1: “desgostei muitíssimo” a 9: “gostei muitíssimo”). Na mesma ficha, os provadores também preencheram o teste de intenção de compra. Na mesma ficha também foi aplicado o questionário CATA (Check-all-that-apply). No questionário CATA a frequência de uso de cada termo foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram os mesmos termos em maior número de vezes.

Os resultados da análise sensorial foram tabulados no Excel, ASSISTAT 7.7, versão beta, utilizando a análise de variância (ANOVA), delineamento inteiramente casualizado (DIC), aplicado o teste de Tukey.



**Figura 3.** Realização da sensorial

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aplicado a ficha de recrutamento no instituto, 100 provadores responderam sendo do sexo feminino 64 e masculino 36. Entre as variações de idades, com 83% que variavam de menor de 18 a 25 de idade. Os provadores variavam de escolaridade desde fundamental a pós-graduação, tendo um Os provadores variavam de escolaridade desde fundamental a pós-



graduação, tendo um maior público entre médio incompleto, médio completo e superior incompleto, sendo respectivamente 37%, 18% e 25%.

A figura 2 descreve a frequência que os provadores consumiam coxinha, entre diariamente a nunca consumido. Predominando o consumo, quinzenalmente, mensalmente e 2 a 3 vezes/semana com, respectivamente 24%, 23% e 20%.

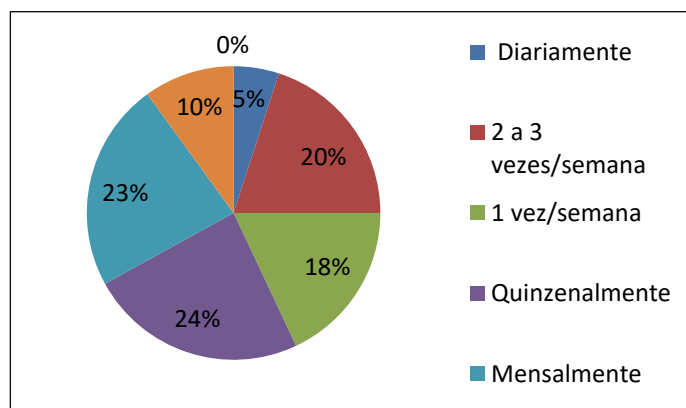


Figura 2. Frequência de consumo da coxinha pelos provadores

Entre as 100 respostas dos provadores, a relação aos 24% do consumo quinzenalmente da coxinha, enquanto a opção nunca consumir relatou 0%, traz uma preocupação no hábito alimentar por ser um problema o consumo excessivo de lipídeos. O consumo exagerado de lipídeos pode provim a provocar o padrão alimentar inadequado, podendo contribuir para a saúde futura consequências. negativas (7).

Na figura 3 está representada em porcentagem, o quanto os provadores gostam de coxinha. Obtendo a Constância de gosto muito, gosto muitíssimo e gosto moderadamente com, respectivamente 39%, 34% e 20%

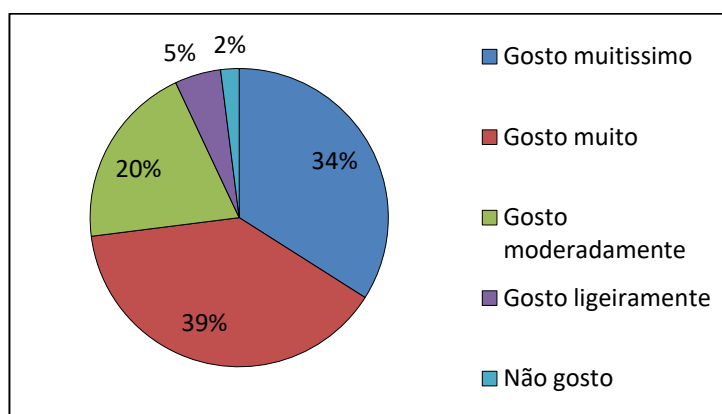


Figura 3. Frequência que os provadores gostam da coxinha

A frequência da relação que gostam de coxinha teve um alto percentual com, 39% gosto muito e obtendo um baixo resultado de pessoas que não gostam de coxinha com 2%. De acordo com MONTEIRO (5), “está claro que há uma necessidade de transformar estes alimentos, como os salgados, em produtos mais ricos, a fim de aderir uma funcionalidade nutricional em sua composição”.

A figura 4 corresponde à frequência que os provadores já ouviram falar sobre a coxinha vegana. Onde 54% disseram não e 46% sim.

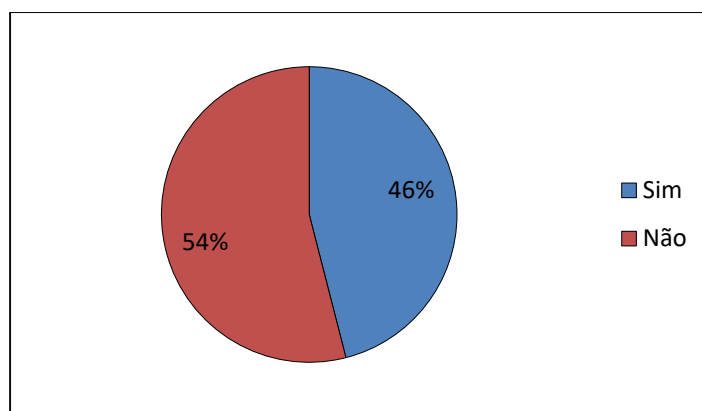


Figura 4. Frequência que os provadores já ouviram falar da coxinha vegana

E possível observa que na frequência da figura 3, menos da metade dos provadores não tinha conhecimento sobre a coxinha que iriam consumir. A coxinha foi desenvolvida para leva nova adaptação de receitas tradicionais, para receita mais cheia de nutriente que beneficie o consumidor. Auxiliando na formação de hábitos alimentares mais saudáveis, mostrando que receitas saudáveis não são menos saborosas do que as receitas tradicionais, além de alimentar e nutrir pode contribuir com a saúde (8).

### Análise sensorial

Tabela 2: F1: feijão andu e recheio de mamão; F2: batata inglesa e recheio de mamão

	F1	F2
<b>Aparência</b>	5.58 ± 32.77	6.21 ± 32.77
<b>Cor</b>	5.35 ± 37.36	5.79 ± 37.36
<b>Aroma</b>	5.99 ± 33.00	6.25 ± 33.00
<b>Textura</b>	6.41 ± 31.92	5.97 ± 31.92
<b>Sabor</b>	6.3 ± 34.47	5.98 ± 34.47
<b>Impressão global</b>	6.41 ± 29.84	6.41 ± 29.84
<b>Intenção de consumo</b>	2.97 ± 39.10	3.37 ± 39.10

Nos quesitos de textura e impressão global na formulação F1, é possível observa que as médias foram iguais, e os desvios padrões tiveram diferenças mínimas entre si. Já na formulação F2 não teve medias iguais, mas entre as características textura e sabor obteve médias com valores aproximados.

Comparando as formulações F1 e F2 da tabela 2, seus resultados apresentaram pontos positivos, sendo que a média da intenção de consumo das duas amostras obteve rejeição com 2,97 e 3,37. Segundo o trabalho de BOMFIM *et al* (9), os quesitos avaliados obteve

resultados positivos acima de 95% por conta dos atributos sensoriais da coxinha, sendo que entre eles apenas a textura apresentou 3,8% de rejeição.

## CONCLUSÕES

Os produtos elaborados adaptados a receita da coxinha a base de ingredientes saudáveis e vegano nas formulações F1 e F2 obtiveram-se respectivamente destaque nas composições das massas, feijão andu e batata inglesa. Sendo aprovados e aceitos pelos provadores na realização da análise sensorial; as opções aparência, cor, aroma, textura, sabor e Impressão global com médias acima de 5.30. Obtendo um resultado indesejado apenas na intenção de consumo com médias de 2.97 e 3.37. Conclui-se que o foco dessa utilização de ingredientes nutricionais tem uma concepção de inovação no mercado alimentício com desenvolvimento de produtos com aspectos especiais, que fascine o consumidor, e contribuindo para crescimento de ingestão de nutrientes na alimentação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. Matos MJLF, Lana MM, Santos FFdos, Melo MFde, Tavares SA. Hortaliça como comprar, conservar e consumir: batata [Internet]. Brasília: Embrapa hortaliças; 2016 [Acessado em 24 nov 2022]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/160899/1/BATATA-CCCC-2017.pdf>.
2. Sozza NF. Mamão [Internet]. Brasil Escola [acessado em 22 nov 2022]. Disponível em: <https://brasile scola.uol.com.br/frutas/mamao.htm>.
3. Vieira DJV. Análise da procedência e da sazonalidade da “salada de frutas” catarinense: um estudo de caso na central de abastecimento do estado de santa catarina – ceasa/SC (unidade são josé) [monografia]. Florianópolis/SC: Instituto federal Santa Catarina – IFSC; 2017.
4. Piletti B; Webber A; Felipe B; Alane G; Campos F; Bernardi DM. Desenvolvimento de massas de coxinhas com ingredientes saudáveis tais como batata-salsa e espinafre com recheio de peito de peru defumado. Rev Seagro. 2019; 13:1-4.
5. Monteiro SZ. Utilização de mesclas de farinhas de arroz, inhame e quinoa na elaboração de disco de pizza pré-assado sem glúten e sem lactose [monografia]. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRG; 2013.
6. Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. **3. ed. New York: Academic Press, 2004.**
7. Gonçalves VS, Chaves OC, Ribeiro SM, Sant´Ana LF, Franceschini SD, Priore SE. Disponibilidade domiciliar de lipídeos para consumo e sua relação com os lipídeos séricos de adolescentes [Internet]. Rev Paul Pediatr; 2012 [. Acessado em 30 jan 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-05822012000200012>.
8. Ribeiro SH, Lima LMM, Vieira SFT, Laviola T, Hackenhaar LM. Aceitabilidade de coxinha a base de biomassa de banana verde com abóbora e de batata doce [Internet]. Univag centro universitário; 2018 [Acessado em 30 jan 2023]. Disponível em : <http://www.periodicos.univag.com.br/index.php/mostranutri/article/download/1002/1180>

9. Silva CF et al. Aproveitamento integral dos alimentos: produção e avaliação de uma coxinha nutritiva para adolescentes[internet]. São Paulo: Escola Técnica Estadual ETEC Irmã Agostina; 2022 [Acessado em 02 jan 2023]. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/10876>

## ELABORAÇÃO DE BISCOITO AMANTEIGADO COM ADIÇÃO DE FARINHA DE RESÍDUOS DE LARANJA

Robson Pierre Naboa<sup>1\*</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Mikael Rodrigues do Nascimento<sup>1</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janaíne Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\**Robson Pierre Nabôa* – Email: [robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>; <[mikael.rodrigues1@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mikael.rodrigues1@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>; <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>; <[janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br)>; <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

**Resumo:** No Brasil, o principal beneficiamento realizado na laranja é a elaboração do suco concentrado para exportação e consumo interno, os resíduos gerados nesse processamento correspondem aproximadamente a metade de cada fruto utilizado, representados pelas cascas, sementes e resíduos de polpa. O objetivo deste trabalho foi aproveitar os resíduos da laranja na elaboração de uma farinha e a partir dessa farinha produzir biscoitos amanteigados substituindo a farinha de trigo parcialmente. Os biscoitos elaborados tiveram substituição de 5% na primeira amostra (F1) e 10% na segunda amostra (F2), após a produção dos biscoitos foi realizada uma análise sensorial com 100 julgadores não treinados, para isso, utilizou-se a escala hedônica estruturada com 9 pontos e os julgadores analisaram o sabor, cor, textura, aroma, aparência e impressão global dos biscoitos. De acordo com os resultados, o biscoito com a substituição de 5% de farinha de resíduo de laranja obteve a melhor aceitação e intenção de consumo por parte dos julgadores.

**Palavras-chave:** farinha de resíduo de laranja; biscoito amanteigado; análise sensorial;

## INTRODUÇÃO

A laranja, assim como o limão, a lima e a cidra pertencem ao grupo denominado citrus e, quase todas as variedades possuem um formato arredondado, casca fibrosa e polpa suculenta. Morfologicamente são, basicamente, compostas por pericarpo exterior, dividido em exocarpo (flavedo ou casca exterior, que contém os pigmentos em cloroplastos e cromoplastos), mesocarpo (albedo – parte branca da casca) e endocarpo (lóculo), sendo que, juntos, o flavedo e albedo formam a casca, que possui maior quantidade de pectina do que as outras partes (1).

No Brasil, o principal beneficiamento realizado na laranja é a elaboração do suco concentrado para exportação e consumo interno, os resíduos gerados nesse processamento correspondem aproximadamente a metade de cada fruto utilizado, representados pelas cascas, sementes e resíduos de polpa. Porém, não é do conhecimento de todos que esses resíduos apresentam óleos essenciais, carboidratos solúveis, celulose, pectina, flavonoides, aminoácidos, essências aromáticas e vitamina C, podendo ser utilizados para obtenção de uma gama de produtos como: doces, geleias, bebidas, farinhas, pães, biscoitos, bolos, entre outros (2).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC N°263, (2005): “Farinhas: são os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (3).

As farinhas são fontes de fibras alimentares, e uma alternativa para que a população aumente esse consumo. A utilização de fibras obtidas dos resíduos industriais alimentícios, podem servir como matéria-prima para aplicação em diversos produtos (4).

Devido ao seu baixo custo de produção, farinhas provenientes de coprodutos (cascas, sementes e bagaço) de vegetais ou frutas, podem ser utilizadas em substituição parcial à farinha de trigo, possuindo diversas aplicações, como em biscoitos e pães (5). Segundo El-Dash et al. (1994) (6), as farinhas mistas podem ser utilizadas desde que a substituição parcial da farinha de trigo por outros tipos de farinha não provoque prejuízo no produto final, modificando sua qualidade.

Segundo a resolução RDC N°263 de 22 de setembro de 2005 da Anvisa, "Biscoitos: são os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos" (3). Biscoitos são bem aceitos e largamente consumidos no Brasil por indivíduos de todas as faixas etárias. Apresentam a vantagem de serem produtos prontos para consumo e, se devidamente embalados, são bastante estáveis, possuindo assim, um longo tempo de vida útil (7).

Logo, o presente trabalho teve como objetivo elaborar biscoitos do tipo amanteigado, utilizando farinha de resíduo de laranja na formulação e avaliar através da análise sensorial.



## MATERIAL E MÉTODOS

A farinha de resíduos de laranja e os biscoitos elaborados neste trabalho foram produzidos no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro.

As laranjas do tipo pêra foram obtidas de uma laranjeira na cidade de Cabrobó-PE. Elas foram lavadas e sanitizadas em solução clorada de 200 ppm por 15 minutos. E os ingredientes usados para a produção dos biscoitos foram adquiridos no mercado local de Salgueiro-PE.

No laboratório foram processadas duas formulações de biscoito à base de farinha de resíduos da laranja, sendo a primeira com 5% de farinha de resíduo com 95% de farinha de trigo e a segunda com 10% de farinha de resíduo e 90% de farinha de trigo. Nas duas foram utilizados os resíduos de laranja madura. Na Figura 1 mostra o fluxograma para obtenção da farinha. A secagem foi realizada em 160° C por 10 horas. Não foram usadas as sementes e foi retirado o suco residual ao máximo.

Figura 1 – Fluxograma para obtenção da farinha de resíduos de laranja



Fonte: Autores (2024)

Os biscoitos elaborados foram do tipo amanteigado e os ingredientes da primeira amostra foram farinha de resíduo de laranja (20 g), farinha de trigo (380 g), açúcar (125 g) e margarina (20 g). Os ingredientes da segunda amostra foram 40 g de farinha de resíduo e 360 g de farinha de trigo, a quantidade de açúcar e de margarina foram a mesma da primeira amostra.

A Figura 2 mostra o passo a passo de como foram elaborados esses biscoitos. Primeiro foram pesados os ingredientes, logo depois o açúcar e a margarina foram

homogeneizados em uma batedeira por 15 minutos, em sequência foram adicionadas as farinhas e sovadas, quando a massa ficou no ponto ideal (desgrudando da mão), foram usados modeladores para dar formatos padronizados aos biscoitos. Foram assados em forno pré-aquecido à 180 °C por aproximadamente 25 minutos.

Figura 2 – Fluxograma da elaboração dos biscoitos amanteigados com adição de farinha de resíduos de laranja



Fonte: Autores (2024)

Logo após a produção dos biscoitos foi elaborada uma análise sensorial para verificar e quantificar a aceitação desses produtos, julgando características como aparência, cor, aroma, textura, sabor e impressão global. A avaliação foi aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IF Sertão PE), Campus Salgueiro.

As duas amostras foram colocadas em bandejas brancas com numeração de três dígitos aleatórios, foi utilizado uma escala hedônica estruturada com 9 pontos, sendo 1 desgostei extremamente, 5 não gostei e nem desgostei e 9 gostei extremamente, seguindo a metodologia de DUTCOSKY (8).

A análise foi realizada por 100 julgadores não treinados, recrutados entre alunos e servidores do IF Sertão PE, Campus Salgueiro, com faixa etária entre 15 e 45 anos. Foi oferecido um copo com água, temperatura ambiente, para os consumidores retirarem o sabor residual da primeira amostra, para não interferir no resultado da segunda formulação.

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão

Pernambucano IFSertãoPE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAEE): 78773124.0.0000.8052, reconhecido pela Comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

Os dados da análise sensorial foram analisados por teste de variância (ANOVA) com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de intervalo de confiança (8), no programa estatístico ASSISTAT versão Beta 7.7.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

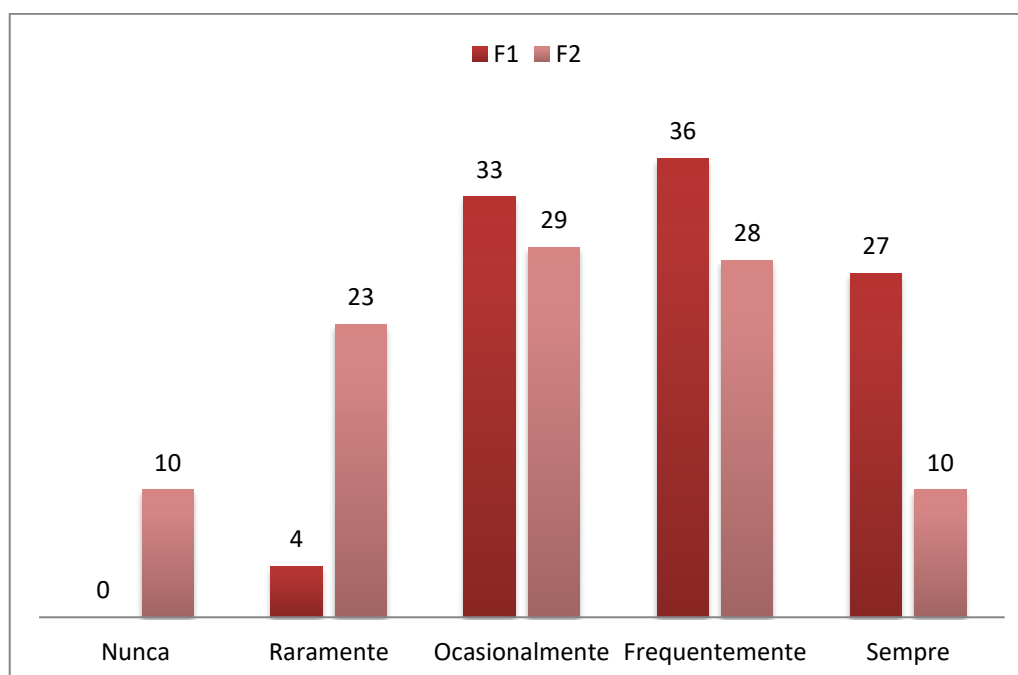
De acordo com os resultados da ficha de recrutamento, 69 dos 100 julgadores foram do gênero feminino e 31 do gênero masculino. Em relação a idade dos julgadores, 52 eram menores de 18 anos, 40 eram de 18 a 25 anos, 7 eram de 26 a 35 e apenas 1 eram de 36 a 45 anos. Para a escolaridade dos julgadores foi constatado que 59 tinham o ensino médio incompleto, 23 possuíam o ensino médio completo, 14 não tinham ensino superior completo, porém 3 tinham o ensino superior completo.

No momento da avaliação, os 100 julgadores responderam três questões que estavam na ficha de recrutamento. Com que frequência consome biscoitos, quanto gostavam de biscoitos e se conheciam a farinha de resíduo de laranja (Figura 3). Dos 100 julgadores, 31 responderam que consumiam biscoitos diariamente e 49 marcaram de 2 a 3 vezes por semana. Os que marcaram que gostam muitíssimo de biscoito foram 33 e os que gostam muito foram 47 e dos 100 consumidores 92 responderam que não conheciam a farinha de resíduo de laranja.

A adição de farinha de resíduos de laranja em biscoitos amanteigados com substituição de 5% (F1) na formulação não causou alterações sensoriais significativas para os julgadores, ou seja, as pequenas mudanças não foram perceptíveis, eles consideraram um biscoito “normal”, que seria aquele somente com farinha de trigo, isso é revelado através da intenção de consumo e do resultado do *Check All That Apply* (CATA) que está demonstrado na Figura 4.

A amostra com substituição de 10% (F2) apresentou uma menor aceitação em comparação com a de 5% e isso é mostrado através da figura 3 que ilustra o resultado da intenção de consumo e mediante também do resultado da análise de variância (Tabela 1), com as médias de tratamento.

Figura 3 – Intenção de consumo dos biscoitos amanteigados com adição de farinha de resíduos de laranja

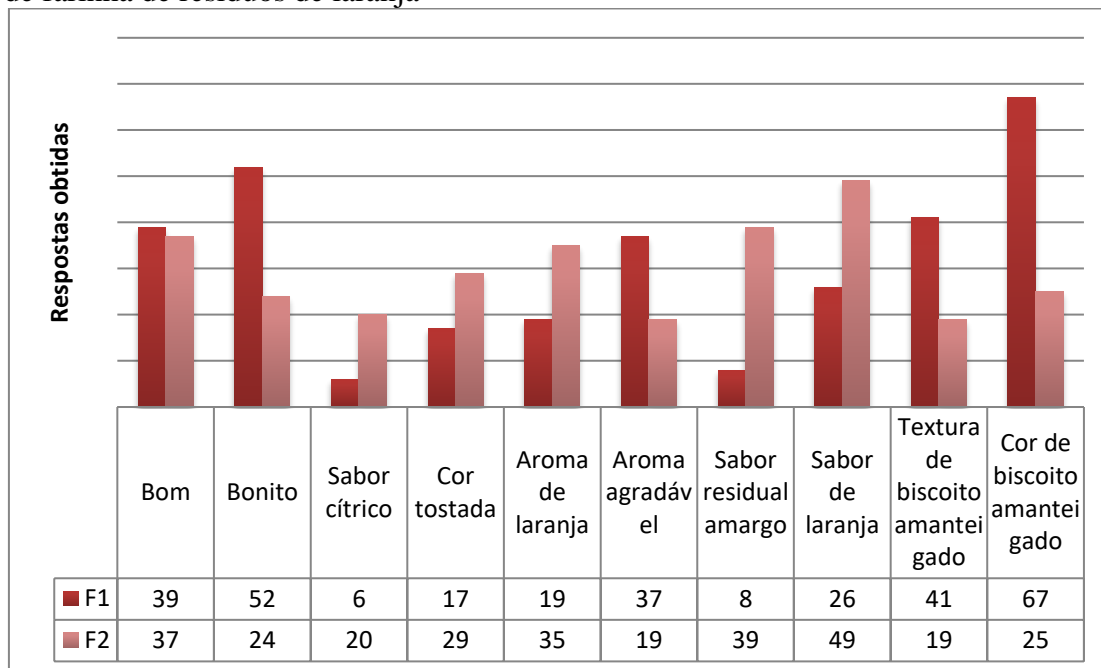


Fonte: Autores (2024)

Enquanto o biscoito com substituição de 5% de farinha de resíduo de laranja apresentou uma cor amarelada, o biscoito com 10% apresentou uma cor amarela escura, próximo do amarelo queimado. Ambos apresentaram sabores doces e cítricos, porém o de 10% ficou mais cítrico, por causa do aumento da farinha de laranja, um aumento que foi percebido sensorialmente de forma significativa.

As duas amostras de biscoito apresentaram textura firme, macia, crocância e arenosidade. O aroma de laranja ficou mais perceptível na amostra com 10% de adição de farinha de resíduo de laranja, ambas apresentaram aparência bonita e das duas amostras, a de 5% obteve a maior aceitação pelos consumidores. A Figura 4 ilustra a intenção de consumo por parte dos consumidores através da avaliação sensorial.

Figura 4 – Resultado do *Check All That Apply* (CATA) dos biscoitos amanteigados com adição de farinha de resíduos de laranja



Fonte: Autores (2024)

Com os resultados obtidos percebe-se que os julgadores conseguiram sentir uma diferença significativa entre as duas amostras. A textura, o sabor, a cor e até o aroma se diferenciaram com apenas 5% de diferença na quantidade de farinha de laranja na formulação. A Tabela 1 mostra que todos os atributos apresentaram uma distinta mudança, porém perceptiva e significativa.

Tabela 1 – Médias de tratamento dos biscoitos amanteigados com adição de farinha de resíduos de laranja

Atributos	F1	F2	s*
Aparência	7.8 <sup>a</sup>	7.23 <sup>b</sup>	0,14
Cor	7.68 <sup>a</sup>	6.77 <sup>b</sup>	0,23
Aroma	7.9 <sup>a</sup>	6.95 <sup>b</sup>	0,24
Textura	7.51 <sup>a</sup>	6.99 <sup>b</sup>	0,13
Sabor	7.57 <sup>a</sup>	6.44 <sup>b</sup>	0,30
Impressão global	7.51 <sup>a</sup>	6.76 <sup>b</sup>	0,19

Fonte: Autores (2024). <sup>a-b</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade. \*s = desvio padrão.

Todos os atributos apresentando uma diferença significativa, comprovando que a farinha de resíduos de laranja possui um sabor, aroma e cor bastantes intensos. Apesar das diferenças, as duas amostras obtiveram bons resultados, mostrando o potencial dessa farinha.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos neste trabalho, conclui-se que a adição da farinha de resíduos de laranja trouxe para os biscoitos uma qualidade sensorial que não se diverge das características dos biscoitos convencionais por causa da aceitabilidade, isso se tratando da formulação com 5%, pois através dos resultados é notório que 10% já apresentou um aumento sensorialmente perceptivo por parte dos julgadores, que em comparação a primeira amostra, houve um pouco de repulsa.

Nas condições experimentais, a produção de biscoitos com adição de farinha de resíduos de laranja mostrou-se viável de acordo com a aceitabilidade por parte dos 100 julgadores. Os biscoitos amanteigados com 5% de adição de farinha de resíduo de laranja obtiveram a maior aceitação e intenção de consumo por parte dos julgadores. Utilizar a farinha de resíduos de laranja nos alimentos é uma ótima opção para aproveitar os resíduos e a capacidade dela de enriquecer variados alimentos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro e à Coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos pela parceria e pela disponibilização do laboratório para a realização do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Santana, M. F. S. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá [Doutorado]. Campinas, São Paulo: Faculdade Estadual de Engenharia de Alimentos, FEA - UNICAMP; 2005.
2. Benelli, P. Agregação de valor ao bagaço de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) mediante obtenção de extratos bioativos através de diferentes técnicas de extração [Dissertação]. Florianópolis, Santa Catarina: Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina; 2010.
3. Brasil. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União. 22 set 2005; seção 1.
4. Oliveira, L.F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. *Ciência. Technol. Alim.*. 2002; 22: 1-60.



5. Oliveira, V. R.; Preto, L. T.; Schmidt, H. O.; Komerowski, M.; Silva, V. L.; Rios, A. O. Physicochemical and sensory evaluation of cakes made with passion fruit and orange residues. *Journal of Culinary Science & Technology*. 2016; 14(2): 166-175.
6. El-Dash, A. et al. *Tecnologia de farinhas mistas: Uso de farinha mista na produção de biscoitos*. 6. Brasília. EMBRAPA; 1994.
7. Santana, F. C.; Silva, J. V.; Santos, A. J. A. O.; Alves, A. R.; Wartha, E. R. S. A.; Marcellini, P. S.; Silva, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo *Passiflora edulis* Flavicarpa e fécula de mandioca *Manihot esculenta* Crantz. *Alimentação e Nutrição*. 2011; 22: 391-399.
8. Dutcosky SD. *Análise sensorial de alimentos*. 2a ed. Curitiba: Champagnat; 2007.

## ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO AMANTEIGADO ENRIQUECIDO COM FARINHA DE SABUGO DE MILHO

**Robson Pierre Nabôa<sup>1\*</sup>** ; **Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup>** ; **Luciana Façanha Marques<sup>2</sup>** ; **Janaína Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup>** ; **Marília Patrício Alves<sup>2</sup>** ; **José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup>** 

\***Robson Pierre Nabôa** – Email: [robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:robson.pierre@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>; <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>; <[janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br)>; <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, Brasil, <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

**Resumo:** Os sabugos de milho são ricos em fibras e pode-se produzir farinhas que terão um baixo custo por se tratar de um reaproveitamento de resíduos, favorecendo a produção de alimentos como bolos, biscoitos e pães, a preços acessíveis e de alto valor nutricional. O objetivo deste trabalho foi elaborar um biscoito tipo amanteigado com adição de farinha do sabugo de milho, com o propósito de reaproveitar o principal resíduo do milho, caracterizar os biscoitos e determinar a aceitabilidade através de avaliação sensorial. Foram produzidas duas amostras de biscoitos, a primeira amostra foi produzida com farinha de trigo com substituição de 10% de farinha de sabugo de milho e a segunda amostra foi produzida com farinha de arroz com substituição de 10% de farinha de sabugo de milho. Os resultados da análise sensorial, do teste de variância e do teste de Tukey mostraram que a primeira amostra obteve a maior aceitação e intenção de consumo e que a farinha de sabugo de milho não alterou as características sensoriais dos biscoitos significativamente.

**Palavras-chave:** resíduos agroindustriais; inovação; avaliação sensorial

## INTRODUÇÃO

O milho é uma planta da família *Gramineae* e da espécie *Zea mays*. Normalmente o termo refere-se às suas sementes, um grão de alta qualidade nutricional. É um grão bem conhecido, cultivado na maior parte do mundo. Devido às suas qualidades nutricionais é amplamente utilizado na alimentação humana e animal (1).

O milho é principalmente usado para alimentação humana, uma vez que seus grãos fornecem uma gama de produtos industrializados. No entanto, algumas partes do vegetal não são usadas de forma direta, ou seja, aproveitadas nas possibilidades existentes. Por exemplo, o sabugo é o resíduo da debulhação do milho. Ao longo dos anos, alguns cientistas foram desenvolvendo pesquisas e descobrindo novas utilidades para as sobras dos processamentos do milho. A produção de resíduos é elevada, uma vez que em 100 kg de espiga cerca de 18 kg (70% base úmida) é formada a partir do sabugo (2).

O sabugo é comumente utilizado para subsistência animal. As espigas de milho são amplamente utilizadas na produção de ração, na fabricação de feno e fertilizantes. Na área industrial, devido às suas propriedades de dureza e como um material muito durável, a espiga de milho tem sido utilizada como abrasivo e polidor em produtos de limpeza, alvenaria e cerâmica. Um dos usos industriais do sabugo é a produção de furfural, que é usado para fazer tubos resistentes à corrosão (3).

O sabugo contém hemicelulose (34,7 %), celulose (31,7 %) e lignina (20,3 %), que são fibras insolúveis, enquanto o restante é composto por proteínas, açúcares simples, lipídios, amidos, água, hidrocarbonetos e outros (4). Com os sabugos podem-se produzir farinhas que terão um baixo custo por se tratar de um reaproveitamento de resíduos, favorecendo a produção de alimentos como bolos, biscoitos e pães, a preços acessíveis e de alto valor nutricional (5).

Segundo a Resolução RDC nº 263, dada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), farinhas são “os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”. Nessa mesma Resolução, biscoitos são definidos como “os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) e fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos” (6).

A indústria alimentícia desenvolve produtos diferenciados com a intenção de melhorar a qualidade de vida da população e trazer uma inovação para o mercado. Em alguns casos, utiliza-se alimentos ou ingredientes pouco explorados e conseqüentemente o setor alimentício busca uma aceitação para esse produto inovador por parte dos consumidores (7). Essa aceitação é mensurada através de uma análise sensorial que é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (8) como uma disciplina científica. Essa avaliação sensorial é uma ciência que utiliza os sentidos humanos como visão, olfato, tato, paladar e audição para avaliar as características ou atributos de um produto.

O sabugo de milho sendo rico em fibras, através do uso de sua farinha irá acrescentar nos produtos um benefício nutricional muito importante, pois as fibras são de difícil digestão e ajudam a normalizar a função intestinal, além de dar ao produto características de alimentos integrais. O uso parcial ou total da farinha de sabugo de milho é uma alternativa que pode melhorar a ingestão de nutrientes e atuar em conjunto no combate à subnutrição e à fome da população (9). Além disso, quando utilizada como substituta total da farinha de trigo, a farinha de sabugo de milho pode oferecer uma alternativa para consumidores que apresentam a doença do celíaco, visto que existem poucas opções de alimentos apropriados para a dieta (10).

Diante disso, este trabalho teve como objetivo elaborar um biscoito tipo amanteigado com adição de farinha do sabugo de milho, com o propósito de reaproveitar o principal resíduo do milho e determinar a aceitabilidade através de avaliação sensorial.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, *Campus* Salgueiro (IFSertão-PE). A farinha de sabugo de milho e os biscoitos amanteigados foram produzidos no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do IFSertão-PE.

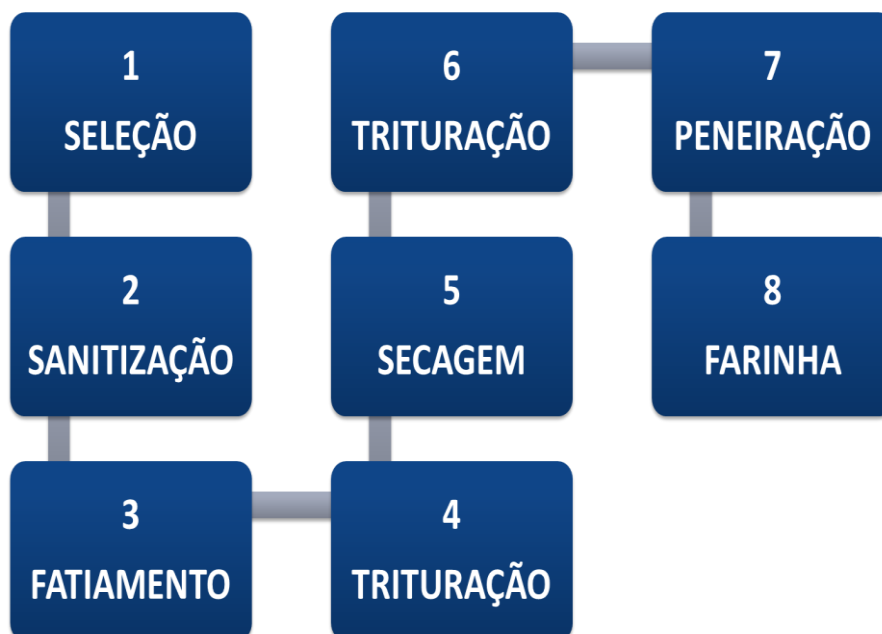
### **Obtenção dos sabugos de milho**

Os sabugos foram doados por um microempreendedor, produtor de pamonha e canjica, localizado no centro de Salgueiro-PE e utilizados para a elaboração da farinha. Inicialmente, foi verificado a aparência e qualidade desses sabugos para selecioná-los e produzir a farinha.

### **Obtenção da farinha do sabugo**

Os sabugos foram lavados, higienizados e imersos em água clorada (200 ppm, v/v) por 15 minutos. Os sabugos foram cortados e triturados com auxílio de liquidificador industrial, logo depois foram colocados em bandejas de aço inoxidável e levados para estufa de secagem com recirculação de ar por 8 horas a 70 °C. De acordo com a figura 1.

Figura 1 – Fluxograma das etapas de elaboração da farinha de sabugo de milho



Fonte: Autores (2024)

Após a etapa de secagem, triturou-se novamente para obter aspecto mais refinado e em seguida foi realizado um peneiramento para separar a farinha dos caroços (os quais foram descartados) que resistiram ao processo de trituração. Desta forma foi possível obter a farinha de sabugo de milho com aspecto homogêneo e refinado como pode ser observado através da Figura 2.

Figura 2 – Farinha do sabugo de milho



Fonte: Autores (2024).

## Elaboração dos biscoitos

Para este estudo foram elaboradas duas formulações, a primeira produção foi responsável por biscoitos com farinha de trigo (F1) e a segunda por biscoitos com farinha de arroz (F2), ambas produzidas com substituição parcial por farinha de sabugo de milho (10 %, m/m). A tabela 1 demonstra a formulação usada para fabricação dos biscoitos.

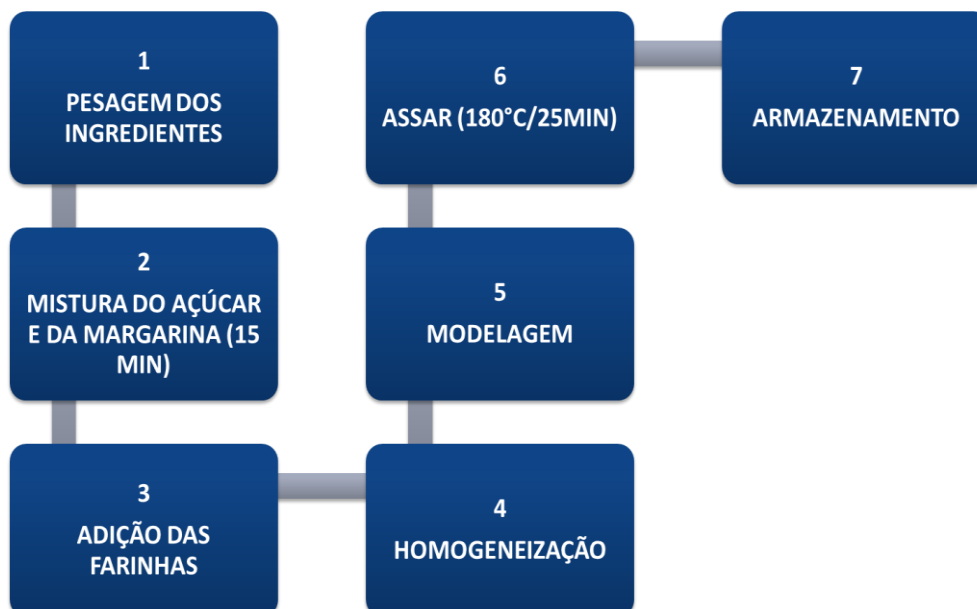
Tabela 1 – Elaboração da formulação dos biscoitos amanteigados adicionados de farinha de sabugo de milho

<b>Ingredientes (g)</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>
Açúcar	125	125
Margarina	300	300
Farinha de trigo	360	0
Farinha de arroz	0	360
Farinha de sabugo	40	40

Fonte: Autores (2024).

Para a produção dos biscoitos, primeiro foram feitas as pesagens dos ingredientes. Depois foram misturados o açúcar e a margarina em uma batedeira por 15 minutos, logo foram adicionadas as farinhas, a massa foi sovada até ficar no ponto. Foram usados modeladores para padronização dos biscoitos e foram assados ao forno pré-aquecido a 180 °C por aproximadamente 25 minutos. A figura 3 está apresentando o fluxograma da produção.

Figura 3 – Fluxograma das etapas de fabricação dos biscoitos amanteigados adicionados de farinha de sabugo de milho



Fonte: Autores (2024).

## Análise sensorial



A análise foi realizada por 100 julgadores não treinados, recrutados entre alunos e funcionários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro. As amostras foram servidas em pratos brancos codificados com números de três dígitos aleatórios e foi oferecido um copo com água para remover o sabor residual da amostra.

As duas amostras de biscoitos (F1 e F2) com adição de 10% de farinha de sabugo de milho foram submetidas ao teste de aceitação utilizando-se uma ficha com escala hedônica estruturada com 9 pontos (1= desgostei muitíssimo; 5= nem gostei, nem desgostei e 9 = gostei muitíssimo), e cada julgador avaliou as amostras de acordo com o sabor, aroma, textura, cor, aparência e impressão global pontuando o grau de preferência, de acordo com a escala hedônica já mencionada, dos biscoitos seguindo a metodologia descrita por DUTCOSKY (11). A intenção de consumo foi avaliada usando a escala de intenção de consumo estruturada com 5 pontos (1 = nunca comeria; 3 = comeria ocasionalmente e 5 = comeria sempre).

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IFSertãoPE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78760124.6.0000.8052, reconhecido pela Comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

### ***Check All That Apply (CATA)***

Os participantes responderam ao questionário CATA que continha vários termos característicos das amostras, os consumidores marcaram aqueles atributos que consideravam que melhor conseguiam descrever as amostras. A frequência de uso dos termos foi determinada pela contagem do número de avaliadores que marcaram o termo na folha do questionário.

### **Métodos das análises dos resultados**

Os dados da análise sensorial dos biscoitos foram analisados por análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de intervalo de confiança (11).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

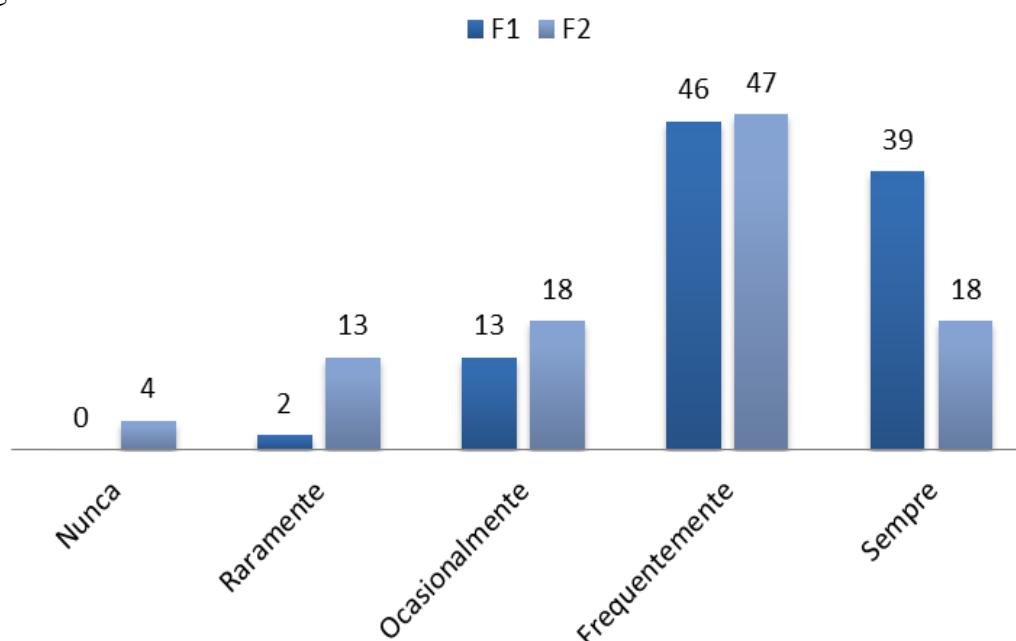
Os resultados da ficha de recrutamento mostram que dos 100 julgadores 64% eram do sexo feminino e 36% do sexo masculino. Os dados constataam que 52% dos julgadores eram menores de 18 anos, 39% eram de 18 a 25 anos, 4% eram de 26 a 35 anos, 5% eram de 36 a 45 anos e que não tinha ninguém com mais de 45 anos. Sobre a escolaridade, 50%

dos julgadores tinham o ensino médio incompleto, 15% possuíam o ensino médio completo, 25% tinham ensino superior incompleto, apenas 2% possuíam superior completo e 5% dos julgadores possuíam pós-graduação.

Na ficha de recrutamento foram apresentadas três perguntas para os julgadores, perguntando a frequência que consumiam biscoitos, o quanto gostam de biscoitos e se tinham intolerância ao glúten. Das 100 pessoas, 45 responderam que consomem diariamente, 31 responderam que consomem de 2 a 3 vezes por semana, 11 que consomem uma vez por semana, 4 responderam que mensalmente, 2 pessoas semestralmente e 3 julgadores responderam que nunca consomem biscoitos. Sobre a intolerância ao glúten, dos 100 julgadores, apenas 2 responderam que tinham algum grau de tolerância ao glúten.

O biscoito elaborado com farinha de trigo obteve a maior aceitação e intenção de consumo, isso muito provavelmente por ser com uma farinha tradicional, a figura 4 abaixo ilustra a intenção de consumo.

Figura 4 – Intenção de consumo dos biscoitos amanteigados adicionados de farinha de sabugo de milho



Fonte: Autores (2024).

Observando detalhadamente o resultado da intenção de consumo, podemos constatar que as duas amostras obtiveram bons resultados, a primeira formulação se sobressai por ter a farinha de trigo, já que a farinha de arroz, usada na segunda formulação, não é muito convencional, quando se fala de produtos padronizados em grande escala no mercado, então por paladar, nota-se que a preferência é por biscoitos produzidos com a farinha de trigo. É importante ressaltar isso, pois este trabalho está avaliando a farinha de sabugo de milho em duas diferentes formulações de biscoitos do tipo amanteigado.

No trabalho de Araújo *et al.* (12), o bolo e o iogurte que foram produzidos com a farinha do sabugo apresentaram características gerais semelhantes aos demais bolos e

iogurtes convencionais, tendo como resultado que a farinha não altera as características sensoriais tradicionais dos alimentos.

A tabela 2 demonstra os resultados das médias de tratamentos dos quesitos analisados sensorialmente das duas amostras de biscoitos. A análise de variância e o teste de Tukey revelaram que nas médias de tratamento do quesito aparência, cor e aroma, não houve diferença significativa ao nível de 1 e 5 % de probabilidade entre as duas amostras de biscoitos. Já nos quesitos textura, sabor e impressão global houve diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade.

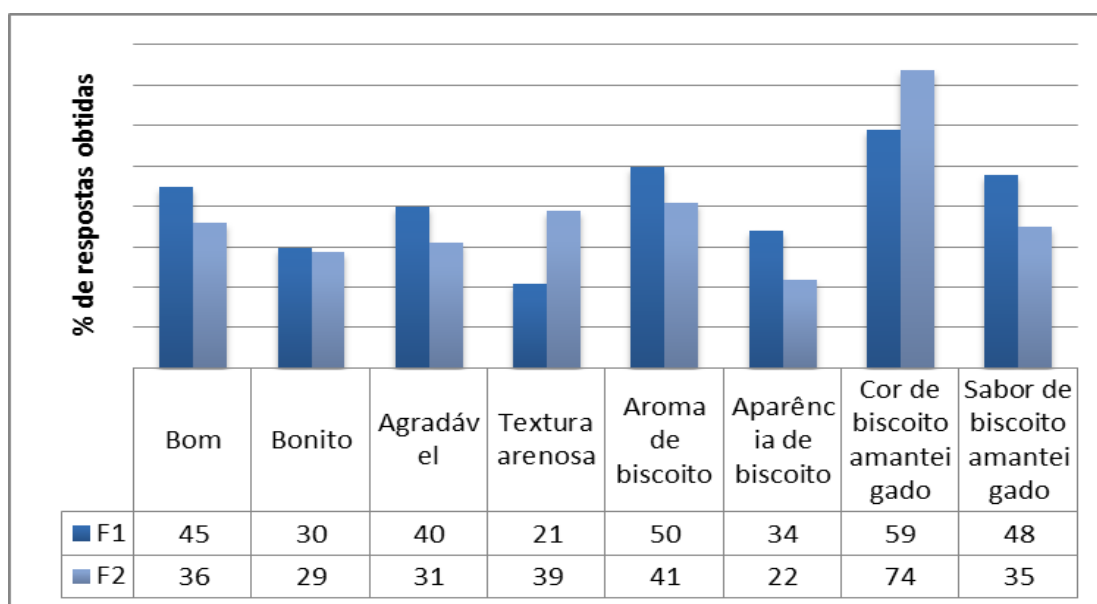
Tabela 2 – Avaliação sensorial dos biscoitos amanteigados adicionados de farinha de sabugo de milho

Atributos	F1	F2	s*
Aparência	7.74 <sup>a</sup>	7.88 <sup>a</sup>	0,035
Cor	7.84 <sup>a</sup>	7.94 <sup>a</sup>	0,025
Aroma	7.65 <sup>a</sup>	7.76 <sup>a</sup>	0,028
Textura	6.91 <sup>a</sup>	7.84 <sup>b</sup>	0,24
Sabor	7.00 <sup>a</sup>	8.03 <sup>b</sup>	0,26
Impressão global	7.24 <sup>a</sup>	7.90 <sup>b</sup>	0,16

Fonte: Autores (2024). <sup>a-b</sup>Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 1% de probabilidade. \*s = desvio padrão.

Os julgadores conseguiram identificar mudanças sensoriais entre as duas amostras somente na impressão global, no sabor e na textura. A arenosidade da farinha de arroz pode ser o possível motivo para os provadores terem conseguido sentir uma certa diferença nos atributos textura e sabor, afetando significativamente o atributo impressão global. O resultado do *Check All That Apply* (CATA), demonstrado na Figura 5, mostra a frequência dos termos listados para a caracterização dos biscoitos. Os atributos com a maior frequência comprovam que as características foram apropriadas ao produto em análise, de acordo com o número de contagens.

Figura 5 - Resultado do *Check All That Apply* (CATA) dos biscoitos amanteigados adicionados de farinha de sabugo de milho



Fonte: Autores (2024)

De acordo com os resultados, somente nos atributos “textura arenosa” e “cor de biscoito amanteigado” a formulação F2 obteve a maior frequência, mas no restante dos termos os biscoitos da F1 obtiveram a maior contagem. Os dois obtiveram resultados próximos, porém, os biscoitos com farinha de trigo receberam uma maior preferência por parte dos consumidores.

## CONCLUSÕES

Os biscoitos produzidos com farinha de trigo com substituição de 10% de farinha de sabugo de milho apresentaram maior aceitação e intenção de consumo por parte dos julgadores. De acordo com os resultados da análise, a boa aceitação e a intenção de consumo, nota se que a farinha de sabugo não alterou significativamente as características sensoriais convencionais dos biscoitos mostrando um enorme potencial em integração e substituição em alimentos.

É possível utilizar a farinha de sabugo para enriquecer vários alimentos como pães e bolos, não somente biscoitos, visto que ela é rica em fibras pode auxiliar em dietas e como não possui glúten é uma boa opção para os celíacos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro e à Coordenação do curso de Tecnologia em Alimentos pela parceria e pela disponibilização do laboratório para a realização do presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Barros JFC, Calado JG. A Cultura do Milho. Universidade de Évora, Portugal, Escola de Ciências e Tecnologia Departamento de Fitotecnia, 2014; 1: 1-52.
2. Foley KM, Vander Hooven DIB. Properties and industrial uses of Corncoobs In: Pomeranz, Y.; Munck. L. Cereals – a renewable resource. The American Association of Cereal Chemists, St. Paul, 1981; 523-543.
3. Kent NL. Technology of cereals. 2nd edition. St Louis: Pergamon Press; 1975.
4. Souza EFS, Silva LDB, Resende CGF, Nascentes AL. Avaliação da capacidade adsorptiva do sabugo de milho triturado. Brazilian Journal of Development. 2019; 2(4): 1174-1190.
5. Sousa APM, Campos ARN, Macedo ADB, Dantas DL, Apolinário MO, Santana RAC. Avaliação da qualidade de farináceos de casca de jaca. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. 2020; 3(3): 1786-1796.
6. Brasil. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União. 22 set 2005; seção 1.
7. Ziglio BR, Bezerra JRMV, Branco IG, Bastos R, Rigo M. Elaboração de Pães com Adição de Farinha de Sabugo de Milho. Revista Ciências Exatas e Naturais. 2007; 9(1): 115-128.
8. Associação Brasileira De Normas Técnicas – ABNT. Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. 1993. 8p.
9. Gaspar PB, Spoto HF, Borges MTMR, Bernardi MRV. Elaboração de farinhas e biscoitos com resíduos da agroindústria familiar. Brazilian Journal of Development. 2020; 6(5): 25488-25506.
10. Araújo HMC, Araújo WMC, Botelho RBA, Zandonadi RP. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. Revista de Nutrição, Brazilian Journal of Nutrition. 2010; 23(3): 467-474.
11. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimentos. 2a ed. Curitiba: Champagnat; 2007.
12. Araújo FHO, Miranda IO, Santos MVS, Oliveira LCO, Santos JC. Avaliação da aplicabilidade de farinha de sabugo de milho no enriquecimento de produtos alimentícios. Nutrição Brasil. 2016; 15: 1.

## APLICAÇÃO DE LISTA DE VERIFICAÇÃO EM ATACAREJO LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO, PE

Mírian Lêda Gomes Araújo<sup>1,\*</sup> ; Aiza Nalanda Conceição Silva<sup>1</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janáina Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; José Honório Lopes Neto<sup>3</sup> 

\*Mírian Lêda Gomes Araújo – Email: [mirian.leda@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mirian.leda@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil <[aiza.nalanda@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:aiza.nalanda@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>, <[mirian.leda@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:mirian.leda@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>, <[janaina.juliana@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaina.juliana@ifsertao-pe.edu.br)>, <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>, <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

### RESUMO

O mercado brasileiro está em constante evolução, abrindo espaço para o crescimento do modelo de atacarejo, uma fusão entre atacado e varejo que visa oferecer preços competitivos com um nível reduzido de serviços. Diante desse contexto, o presente estudo objetivou avaliar as condições higiênico-sanitárias de um atacarejo localizado em Salgueiro, Pernambuco. Para o estudo, utilizou-se uma lista de verificação baseada na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 275, de 21 de outubro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A aplicação da lista ocorreu em março de 2023, categorizando os requisitos em conformidades, não conformidades ou não aplicáveis/adequações. Após análise, constatou-se que o estabelecimento apresentou 66,2% de conformidades, 28,1% de não conformidades e 5,7% de itens não aplicáveis, enquadrando-se, portanto, no Grupo 2, com um nível de conformidade entre 75% e 51%. Tal classificação indica que, embora considerado "bom", o atacarejo necessita de ajustes para atender plenamente à legislação. Os resultados apontam para uma adequada manipulação de produtos e observância de critérios de higienização e segurança no armazenamento, preparo e distribuição de alimentos, contribuindo para a segurança alimentar dos consumidores. Com base nos achados, conclui-se que o estabelecimento está apto a operar, necessitando, contudo, de melhorias documentais e estruturais para alcançar a excelência em conformidade higiênico-sanitária.

**Palavras-chave:** boas práticas; mercado; *check-list*; RDC nº275.



## INTRODUÇÃO

No panorama do setor varejista brasileiro, o segmento supermercadista se destaca significativamente, refletindo sua crescente influência na economia do país. Desde o início da década de 1980, quando este segmento representava 75% do total das vendas varejistas, houve um incremento substancial para 82,6% no final daquela década. A expansão continuou até o final dos anos de 1990, atingindo 86,1% do volume total de vendas de bens de consumo diário, o que sublinha a importância crescente deste segmento (1).

O mercado brasileiro, caracterizado por mudanças dinâmicas em todos os setores, tem visto transformações nos valores e atitudes dos consumidores, impulsionando as empresas a reavaliar suas estratégias e posicionamentos, o que culminou no surgimento de um "novo mercado", o atacarejo.

O atacarejo representa uma modalidade de distribuição onde o atacado realiza vendas diretas ao consumidor final, assumindo o papel tradicionalmente ocupado pelo varejo. A proposta de valor do atacarejo reside em sua capacidade de atrair consumidores dispostos a renunciar a serviços adicionais e de uma experiência de compra elaborada em troca de preços mais acessíveis, estabelecendo-se, assim, não como um concorrente direto, mas como uma alternativa aos supermercados e hipermercados tradicionais (2).

A questão da qualidade se tornou central na gestão produtiva, sendo o controle de qualidade o mecanismo por meio do qual se garante a conformidade do produto com os requisitos estabelecidos. A não observância desses requisitos pode resultar negativamente no processo de comercialização dos produtos, acarretando lotes defeituosos, comprometimento da imagem da marca e perda de marketshare (3).

No contexto brasileiro, a regulamentação das boas práticas nos estabelecimentos produtores de alimentos é rigorosamente estabelecida por portarias e resoluções. Entre estas, destaca-se a Resolução RDC n° 275 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), aplicável a estabelecimentos que realizam atividades como a produção, industrialização, fracionamento, armazenamento e transporte de alimentos industrializados (4).

A adoção do Programa de Boas Práticas de Fabricação (BPF) constitui uma estratégia eficaz para alcançar altos padrões de qualidade. Este programa engloba um conjunto de princípios e diretrizes para o manuseio adequado de alimentos, desde as matérias-primas até o produto final (5).

Complementarmente, as listas de verificação de boas práticas servem como ferramentas detalhadas para avaliar a aderência dos estabelecimentos aos requisitos sanitários básicos, incluindo aspectos como a manutenção das instalações, higienização dos equipamentos, controle da água de abastecimento, manejo integrado de vetores e pragas urbanas, saúde dos manipuladores e gestão da matéria-prima e produto final (6).

Em resposta à necessidade de garantir o controle higiênico-sanitário dos alimentos e salvaguardar a saúde dos consumidores, a ANVISA publicou, em 2004, a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) n.º 216. Esta resolução estabelece os requisitos essenciais para a implementação das Boas Práticas em Serviços de Alimentação, fundamentando-se na melhoria contínua das estruturas físicas, práticas operacionais, gestão de pessoal e documentação dos estabelecimentos, com o objetivo de assegurar condições higiênico-sanitárias adequadas dos alimentos preparados (7).

Nesse contexto, o propósito desta pesquisa é avaliar as condições higiênico-sanitárias

de um supermercado localizado em Salgueiro, PE, com vistas a identificar áreas de conformidade e de necessidade de melhoria, fundamentando-se nas diretrizes estabelecidas pela ANVISA.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para definir a amostra do estudo foi realizado um levantamento das características higiênicas sanitárias do supermercado localizado na cidade de Salgueiro-PE.

Para a coleta de dados, foi utilizada uma lista de verificação para avaliação das boas práticas em serviços de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos baseado na Resolução RDC nº 275/2002. A lista contém 157 perguntas e contempla os seguintes requisitos: edificações e instalações (78 itens); equipamentos, móveis e utensílios (21 itens); manipuladores (13 itens); produção e transporte (33 itens) e documentação (12 itens).

A lista foi aplicada no estabelecimento, no período de março de 2023, sendo os requisitos avaliados como adequado, inadequado ou não se aplica. Após, calculou-se o percentual de adequação geral e por requisitos.

Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva simples (média e porcentagem), através de representações gráficas.

Para que fosse feita a classificação do estabelecimento quanto a sua adequação aos requisitos das BPF, foi considerada a soma total dos itens, referentes às respostas “Sim” (S), “Não” (N) e “Não se Adequa” (NA), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Adequação (\%)} = \frac{\text{Totaldeitensconformes(S)}}{\text{Totaldeitens} - (\text{ItensN} + \text{ItensNA})} \times 100$$

De acordo com os critérios da resolução RDC nº. 275 de 2002 da ANVISA, os estabelecimentos podem ser divididos em três grupos de acordo com a porcentagens obtidas na lista de verificação, obtendo-se assim uma classificação geral da empresa mediante a sistematização de dados:

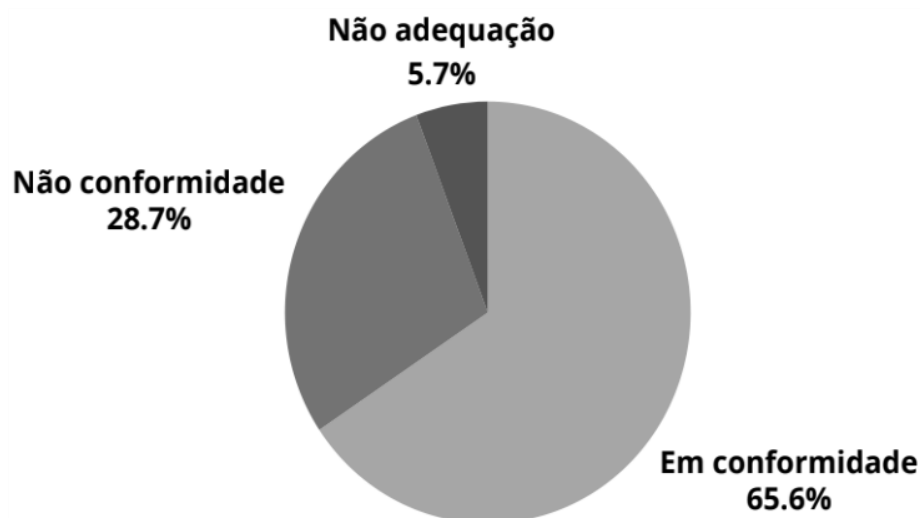
- Δ Grupo 1 – acima de 76% no atendimento às conformidades dos itens;
- Δ Grupo 2 – de 75 a 51% de conformidades;
- Δ Grupo 3 – abaixo de 50% da conformidade dos itens.

Para a realização dos gráficos foi utilizado o programa computacional CANVA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentados os resultados obtidos a partir da avaliação global do estabelecimento em questão.

Figura 1 – Resultados obtidos na aplicação da lista de verificação de forma geral



Como apresentado na figura 1, o atacarejo avaliado apresenta 65,6% de conformidades, 28,7% de não conformidades e 5,7% de não adequações, desta forma, se enquadra no grupo 2, pois apresenta níveis de 75 a 51% de atendimento à legislação, demonstrando assim que o estabelecimento é considerado “bom”, mas que ainda precisa de adequações.

### **Bloco 1: Edificação e instalações**

Na figura 2 estão descritas as conformidades e não conformidades na avaliação do bloco Edificação e Instalações.

Figura 2 – Resultados obtidos no bloco 1, de acordo com a lista de verificação



De acordo com a figura 2, em relação ao bloco 1 (Edificações e Instalações), o estabelecimento apresenta 71,8% de conformidades, 24,4% de não conformidades e 3,8%

de não adequações.

As áreas externas do atacarejo apresentam-se livre de focos de insalubridade, de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente, de vetores e outros animais no pátio e vizinhança; de focos de poeira; de acúmulo de lixo nas imediações; de água estagnada, dentre outros. As vias de acesso interno encontram-se com superfície dura ou pavimentada, adequada ao trânsito sobre rodas, com escoamento adequado e limpas. O acesso ao estacionamento e entradas é feito mediante rampas de alvenaria e com piso resistente, não comum aos outros usos (habitação). A área interna se encontra livre de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente.

O piso do atacarejo dispõe de um material que permite fácil e apropriada higienização (liso, resistente, drenados com declive, impermeável e outros). Entretanto, muitas fendas e rachaduras foram observadas no chão do ambiente, o que o torna propício à proliferação de pragas e sujidades. O teto do atacarejo se encontra com acabamento liso, em cor prata, impermeável, de fácil limpeza e, quando for o caso, desinfecção, em adequado estado de conservação (livre de trincas, rachaduras, umidade, bolor, descascamentos e outros). As paredes e divisórias apresentam-se em adequado estado de conservação (livre de falhas, rachaduras, umidade, descascamento e outros). As paredes não são cobertas com tinta lavável e não são lisas, facilitando o acúmulo de sujidades. Não são também revestidas com azulejos conforme exigido pela legislação. Não há ângulos arredondados entre as paredes e o piso e entre as paredes e o teto, o que dificulta a limpeza destes recantos.

A estrutura física, incluindo pisos, paredes e tetos, atende às exigências de ser lisa, impermeável e lavável, abordadas nos itens 4.1.3 e 4.1.4 da RDC Nº 216 (ANVISA), garantindo assim a prevenção contra vetores e pragas urbanas (8).

Há apenas um ralo no ambiente interno do supermercado, para onde a água é escoada durante a limpeza.

Segundo as diretrizes da RDC Nº 216 (ANVISA), especificadas no item 4.1.6, as caixas de gordura e de esgoto devem possuir dimensão compatível ao volume de resíduos, devendo estar localizadas fora da área de preparação e armazenamento de alimentos e apresentar adequado estado de conservação e funcionamento (8).

As portas do atacarejo apresentam-se com superfícies lisas, de fácil higienização, ajustadas aos batentes, sem falhas de revestimento. Entretanto, as portas não se apresentam com fechamento automático nem com barreiras adequadas para impedir a entrada de vetores e outros animais, além de não se apresentarem livres de falhas como rachaduras e descascamentos. As janelas e demais aberturas não apresentam superfície lisa, de fácil higienização, ajustadas aos batentes e sem falhas de revestimento. Não existe também proteção contra insetos e roedores, como telas milimétricas ou outro sistema, e não apresentavam bom estado de conservação.

As portas da área de preparação e armazenamento de alimentos, além de janelas e outras aberturas, inclusive o sistema de exaustão, devem ser mantidas ajustadas aos batentes e devem ser providas de telas milimetradas para impedir o acesso de vetores e pragas urbanas. As telas devem ser removíveis para facilitar a limpeza periódica, conforme consta o item 4.1.4 da RDC Nº 216 (ANVISA) (8).

Escadas, elevadores de serviço, monta cargas e estruturas auxiliares não são construídos, localizados ou utilizados de forma a não serem fontes de contaminação além de não possuir material apropriado, resistente, liso e impermeável, em adequado estado de

conservação.

Conforme a resolução RDC Nº 216 da ANVISA, no item 4.1.7, as áreas internas e externas do estabelecimento devem estar livres de objetos em desuso ou estranhos ao ambiente (8).

As instalações sanitárias e vestiários para os manipuladores se encontram localizados isolados da área de produção, com acesso realizado por passagens cobertas e calçadas. Independentes para cada sexo (conforme legislação específica), identificados e de uso exclusivo para manipuladores de alimentos. Instalações com vasos sanitários; mictórios e lavatórios íntegros e em proporção adequada ao número de empregados (conforme legislação específica). Instalações sanitárias servidas de água corrente, dotadas preferencialmente de torneira com acionamento automático e conectadas a rede de esgoto ou fossa séptica. Com ausência de comunicação direta com a área de trabalho e refeições.

As instalações sanitárias para visitantes e outros se encontram instaladas totalmente independentes da área de produção e higienizados (conforme a legislação específica).

Os lavatórios na área de produção se encontram em condições de higiene, dotados de sabonetes líquido inodoro antisséptico ou sabonete líquido inodoro e antisséptico, toalhas de papel não reciclado ou outro sistema higiênico e seguro de secagem e coletor de papel acionados sem contato manual.

Não foi observado torneiras com acionamento automático, em números suficientes de modo a atender toda a área de produção.

No item 4.1.14 da RDC Nº 216 (ANVISA), os lavatórios devem possuir sistema higiênico e seguro de secagem das mãos e coletores de papel, acionados sem contato manual (8).

Estabelecimento dotado de iluminação natural e artificial adequada à atividade desenvolvida, sem ofuscamento, reflexos fortes, sombras e contrastes excessivos. Luminárias com proteção adequada contra quebras e em adequado estado de conservação preventiva. Instalações elétricas embutidas ou quando exteriores revestidos por tubulações isolantes e presas a paredes e tetos.

Ventilação e circulação de ar capazes de garantir o conforto térmico e o ambiente livre de fungos, gases, fumaça, pós, partículas em suspensão e condensação de vapores sem causar danos à produção. Ventilação artificial por meio de equipamento(s) higienizado(s) e com manutenção adequada ao tipo de equipamento. Ambientes climatizados artificialmente com filtros adequados. Ambientes climatizados artificialmente com filtros adequados. Sistema de exaustão e ou insuflamento dotados de filtros adequados. Captação e direção da corrente de ar não seguem a direção da área contaminada para área limpa. Não há, no entanto, a existência de registro periódico dos procedimentos de limpeza e manutenção dos componentes do sistema de climatização (conforme legislação específica) afixado em local visível.

O local possui a existência de um responsável pela operação de higienização comprovadamente capacitado. Frequência de higienização das instalações adequada. Os produtos de higienização utilizados são regularizados pelo Ministério da Saúde. Há disponibilidade dos produtos de higienização necessários à realização da operação. A diluição dos produtos de higienização, tempo de contato e modo de uso/aplicação obedecem às instruções recomendadas pelo fabricante. Produtos de higienização identificados e

guardados em local adequado. Disponibilidade e adequação dos utensílios (escovas, esponjas etc.) necessários à realização da operação. Em bom estado de conservação. Higienização adequada, contudo, não há existência de registro da higienização

De acordo com a resolução RDC N° 216 da ANVISA, no item 4.1.11, a limpeza dos componentes do sistema de climatização, a troca de filtros a manutenção programada e periódica e, se for o caso, de desinfecção das instalações e equipamentos, devem ser registradas e realizadas conforme legislação específica abordadas nos itens 4.1.11 e 4.2.3 da RDC N° 216 (ANVISA) (8).

Ausência de vetores e pragas urbanas ou qualquer evidência de sua presença como fezes, ninhos e outros. Adoção de medidas preventivas e corretivas com o objetivo de impedir a atração, o abrigo, o acesso e ou proliferação de vetores e pragas urbanas. Em caso de adoção de controle químico, existência de comprovante de execução do serviço expedido por empresa especializada.

Presença de sistema de abastecimento ligado à rede pública, reservatório de água acessível com instalação hidráulica com volume, pressão e temperatura adequados, dotado de tampas, em satisfatória condição de uso, livre de vazamentos, infiltrações e descascamentos, existência de responsável comprovadamente capacitado para a higienização do reservatório da água, apropriada frequência de higienização do reservatório de água, encanamento em estado satisfatório e ausência de infiltrações e interconexões, evitando conexão cruzada entre água potável e não potável, potabilidade da água atestada por meio de laudos laboratoriais, com adequada periodicidade, assinados por técnico responsável pela análise ou expedidos por empresa terceirizada, disponibilidade de reagentes e equipamentos necessários à análise da potabilidade de água realizadas no estabelecimento, controle de potabilidade realizado por técnico comprovadamente capacitado.

Sem presença de sistema de captação própria, protegido, revestido e distante de fonte de contaminação. Não há também existência de registro da higienização do reservatório de água ou comprovante de execução de serviço em caso de terceirização e existência de planilha de registro da troca periódica do elemento filtrante.

Baseado no item 4.4.4 da resolução RDC N° 216 (ANVISA), o reservatório de água deve ser higienizado, em um intervalo máximo de seis meses, devendo ser mantidos registros da operação (8).

Retirada frequente dos resíduos da área de processamento, evitando focos de contaminação, existência de área adequada para estocagem dos resíduos, recipientes para coleta de resíduos no interior do estabelecimento de fácil higienização e transporte, devidamente identificados e higienizados constantemente; uso de sacos de lixo apropriados, no entanto, não foi identificado, recipientes tampados de acionamento não manual não cumprindo assim o item 4.5 da RDC N° 216 da ANVISA onde diz que os coletores utilizados para deposição dos resíduos das áreas de preparação e armazenamento de alimentos devem ser dotados de tampas acionadas sem contato manual (8).

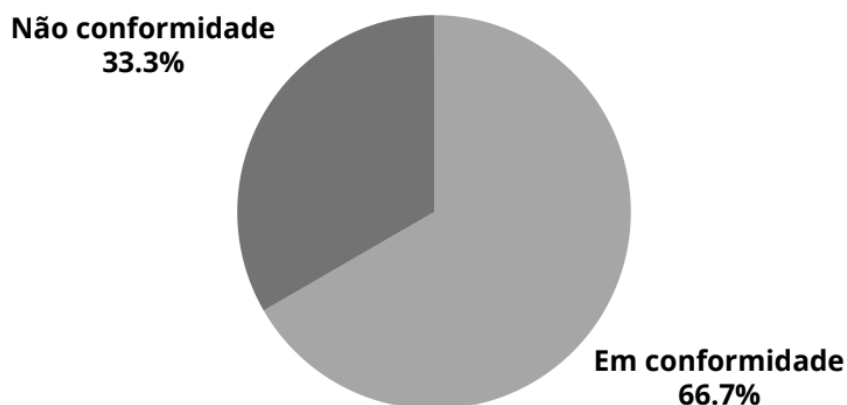
Leiaute adequado ao processo produtivo: número, capacidade e distribuição das dependências de acordo com o ramo de atividade, volume de produção e expedição, áreas para recepção e depósito de matéria-prima, ingredientes e embalagens distintas das áreas de produção, armazenamento e expedição de produto final.



## Bloco 2: Equipamentos, móveis e utensílios

Na figura 3 descrevem-se as conformidades e não conformidades registradas no bloco Equipamentos, Móveis e Utensílios.

Figura 3 – Resultados obtidos no bloco 2, de acordo com a lista de verificação



Equipamentos da linha de produção com desenho e número adequado ao ramo, superfícies em contato com alimentos lisas, íntegras, impermeáveis, resistentes à corrosão, de fácil higienização e de material não contaminante, em adequado estado de conservação e funcionamento, equipamentos de conservação dos alimentos (refrigeradores, congeladores, câmaras frigoríficas e outros), bem como os destinados ao processamento térmico, com medidor de temperatura localizado em local apropriado e em adequado funcionamento.

Os equipamentos não se encontram dispostos de forma a permitir fácil acesso e higienização adequada. Sem existência de planilhas de registro da temperatura, conservadas durante período adequado, registros que comprovem que os equipamentos e maquinários passam por manutenção preventiva e de registros que comprovem a calibração dos instrumentos e equipamentos de medição ou comprovante da execução do serviço quando a calibração for realizada por empresas terceirizadas. Os móveis não se encontram em número suficiente, de material apropriado, resistentes, impermeáveis; em adequado estado de conservação, com superfícies íntegras ou desenho que permita uma fácil higienização (lisos, sem rugosidades e frestas).

Baseado no que aborda os itens 4.10.3 e 4.1.7 da resolução RDC N° 216 da ANVISA, os equipamentos necessários à exposição ou distribuição de alimentos preparados sob temperaturas controladas, devem ser devidamente dimensionados, e estar em adequado estado de higiene, conservação e funcionamento. A temperatura desses equipamentos deve ser regularmente monitorada. As superfícies dos equipamentos, móveis e utensílios utilizados na preparação, embalagem, armazenamento, transporte, distribuição e exposição à venda dos alimentos devem ser lisas, impermeáveis, laváveis e estar isentas de rugosidades,

frestas e outras imperfeições que possam comprometer a higienização dos mesmos e serem fontes de contaminação dos alimentos (8).

Utensílios feitos de material não contaminante, resistentes à corrosão, de tamanho e forma que permitam fácil higienização: em adequado estado de conservação e em número suficiente e apropriado ao tipo de operação utilizada, armazenados em local apropriado, de forma organizada e protegidos contra a contaminação.

Existência de um responsável pela operação de higienização dos equipamentos, móveis e utensílios comprovadamente capacitado, frequência de higienização adequada, produtos de higienização regularizados pelo Ministério da Saúde, disponibilidade dos produtos de higienização necessários à realização da operação, diluição dos produtos de higienização, tempo de contato e modo de uso/aplicação obedecem às instruções recomendadas pelo fabricante, produtos de higienização identificados e guardados em local adequado, disponibilidade e adequação dos utensílios necessários à realização da operação, em bom estado de conservação e adequada higienização, no entanto, sem existência de registro da higienização.

De acordo com a resolução RDC N° 216\_ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no item 4.2.3, as operações de limpeza e, se for o caso, de desinfecção das instalações e equipamentos, quando não forem realizadas rotineiramente, devem ser registradas (8).

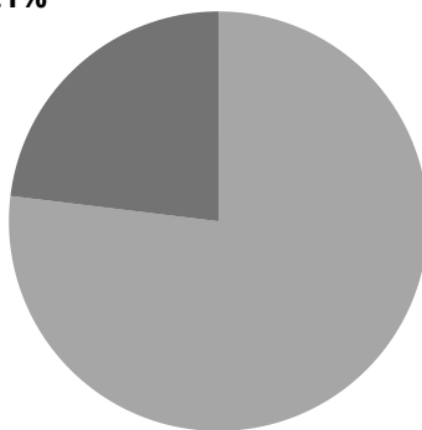
### **Bloco 3: Manipuladores**

A figura 4 mostra as conformidades e não conformidades resultantes da avaliação do bloco Manipuladores.

Figura 4 – Resultados obtidos no bloco 3, de acordo com a lista de verificação

**Não conformidade**

**23.1%**



**Em conformidade**

**76.9%**

Os manipuladores fazem a utilização de uniforme de trabalho de cor branca, adequado à atividade e exclusivo para área de produção, limpos e em adequado estado de conservação, possuem bom asseio pessoal: boa apresentação, asseio corporal, mãos limpas, unhas curtas, sem esmalte, sem adornos (anéis, pulseiras, brincos, etc.); manipuladores barbeados, com os cabelos protegidos. Manipuladores realizam a lavagem cuidadosa das

mãos antes da manipulação de alimentos, principalmente após qualquer interrupção e depois do uso de sanitários. Manipuladores não espirram sobre os alimentos, não cospem, não tosem, não fumam, não manipulam dinheiro ou não praticam outros atos que possam contaminar o alimento.

Não há presença de cartazes de orientação aos manipuladores sobre a correta lavagem das mãos e demais hábitos de higiene, afixados em locais apropriados.

Segundo as diretrizes da RDC N° 216 (ANVISA), apresentadas no item 4.6.4, devem ser afixados cartazes de orientação aos manipuladores sobre a correta lavagem e antissepsia das mãos e demais hábitos de higiene, em locais de fácil visualização, inclusive nas instalações sanitárias e lavatórios (8).

Manipuladores apresentam ausência de afecções cutâneas, feridas e supurações; ausência de sintomas e infecções respiratórias, gastrointestinais e oculares. Existência de supervisão periódica do estado de saúde dos manipuladores, porém, sem existência de registro dos exames realizados.

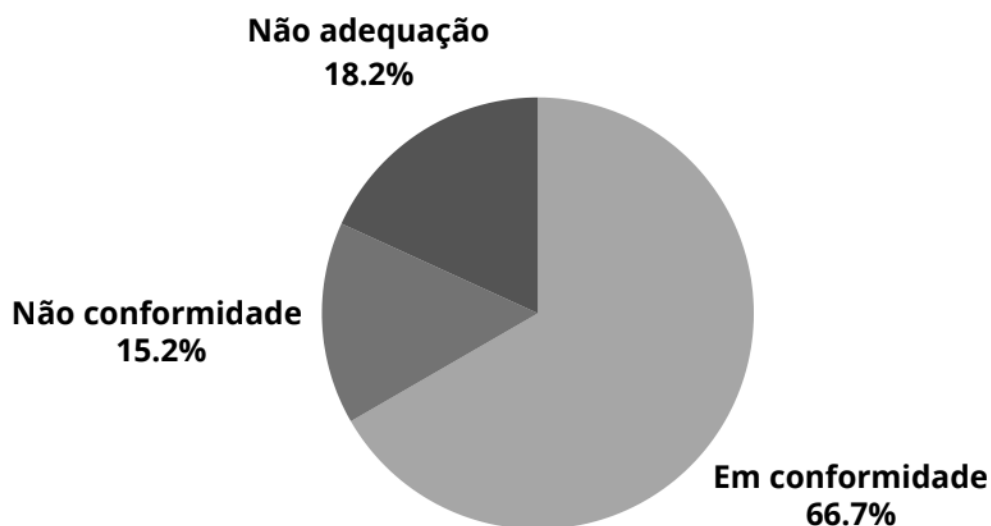
De acordo com a resolução RDC N° 216 da ANVISA, especificadas no item 4.6.1, o controle da saúde dos manipuladores deve ser registrado e realizado de acordo com a legislação específica (8).

Manipuladores fazem utilização dos Equipamentos de Proteção Individual. Existência de programa de capacitação adequado e contínuo relacionado à higiene pessoal e à manipulação dos alimentos.

#### **Bloco 4: Produção e transporte do alimento**

Na figura 5 é feita a exposição dos dados obtidos na avaliação do bloco Produção e Transporte do Alimento.

Figura 5 – Resultados obtidos no bloco 4, de acordo com lista de verificação



Operações de recepção da matéria-prima, ingredientes e embalagens são realizadas em local protegido e isolado da área de processamento, matérias-primas, ingredientes e

embalagens inspecionados na recepção, existência de planilhas de controle na recepção (temperatura e características sensoriais, condições de transporte e outros), matérias-primas e ingredientes aguardando liberação e aqueles aprovados estão devidamente identificados, matérias-primas, ingredientes e embalagens reprovados no controle efetuado na recepção são devolvidos imediatamente ou identificados e armazenados em local separado, rótulos da matéria-prima e ingredientes atendem à legislação, critérios estabelecidos para a seleção das matérias-primas são baseados na segurança do alimento, armazenamento em local adequado e organizado; sobre estrados distantes do piso, ou sobre paletes, bem conservados e limpos, ou sobre outro sistema aprovado, afastados das paredes e distantes do teto de forma que permita apropriada higienização, iluminação e circulação de ar. Uso das matérias-primas, ingredientes e embalagens respeita a ordem de entrada deles, sendo observado o prazo de validade, acondicionamento adequado das embalagens a serem utilizadas e rede de frio adequada ao volume e aos diferentes tipos de matérias-primas e ingredientes.

Relativo ao setor frigorífico do estabelecimento, há o controle da circulação e acesso do pessoal, conservação adequada de materiais destinados ao reprocessamento, contudo, os locais para pré-preparo (cortes e manipulação dos produtos cárneos) conhecidos como “área suja” não são isolados da área de preparo (pesagem e embalagem) por barreiras físicas ou técnica como também os materiais não são ordenados, linear e sem cruzamento. Ainda em relação ao setor frigorífico, não foi identificado dizeres de rotulagem com identificação visível e de acordo com a legislação vigente ou algum tipo de controle adequado e existência de planilha de registro de temperatura, para ambientes com controle térmico.

Conforme consta na resolução RDC Nº 216 da ANVISA, especificadas nos itens 4.8.18 e 4.10.4, o equipamento de exposição do alimento preparado na área de consumo deve dispor de barreiras de proteção que previnam a contaminação do mesmo em decorrência da proximidade ou da ação do consumidor e de outras fontes. E ainda, caso o alimento preparado seja armazenado sob refrigeração ou congelamento, deve-se apor no invólucro do mesmo, no mínimo, as seguintes informações: designação, data de preparo e prazo de validade. A temperatura de armazenamento deve ser regularmente monitorada e registrada (8).

Existência de controle de qualidade do produto final, existência de programa de amostragem para análise laboratorial do produto final, existência de equipamentos e materiais necessários para análise do produto final realizadas no estabelecimento, contanto, não há existência de laudo laboratorial atestando o controle de qualidade do produto final, assinado pelo técnico da empresa responsável pela análise ou expedido por empresa terceirizada.

O estabelecimento deve implementar e manter documentado o controle e garantia da qualidade dos alimentos preparados, conforme estipula o item 4.1.3 da RDC Nº 216 da ANVISA (8).

O produto final sequencialmente disposto para a venda é acondicionado em embalagens adequadas e íntegras.

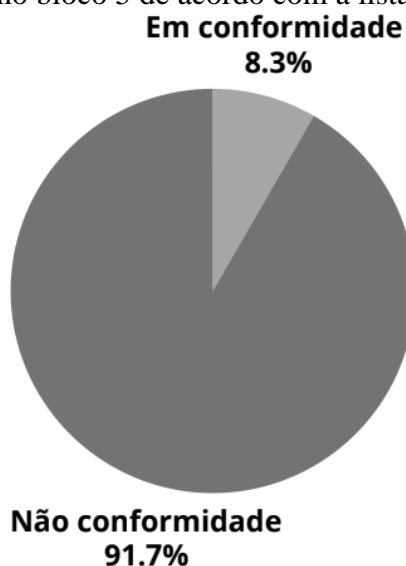
Condizente aos produtos para a venda varejista, alimentos armazenados separados por tipo ou grupo, sobre estrados distantes do piso, ou sobre paletes, bem conservados e limpos ou sobre outro sistema aprovado, afastados das paredes e distantes do teto de forma a permitir apropriada higienização, iluminação e circulação de ar, ausência de material estranho, estragado ou tóxico, armazenamento em local limpo e conservado, rede de frio adequada ao volume e aos diferentes tipos de alimentos, produtos avariados, com prazo de validade vencido, devolvidos ou recolhidos do mercado devidamente identificados e

armazenados em local separado e de forma organizada.

### **Bloco 5: Documentação**

A figura 6 apresenta o resultado dos dados obtidos na avaliação do bloco Documentação.

Figura 6 – Resultados obtidos no bloco 5 de acordo com a lista de verificação



As operações executadas no estabelecimento não estão de acordo com o Manual de Boas Práticas de Fabricação. Sem a existência de POPs estabelecidos para os itens constados na Lista de Verificação ou se os POPs descritos estão sendo cumpridos.

De acordo com a resolução RDC Nº 216 da ANVISA, no item 4.7.4 e nos itens 4.11.1, 4.11.5, 4.11.7, 4.11.8 deve haver a existência de POPs para a realização das diferentes tarefas necessárias para o estabelecimento, desde operações de higienização de instalações e equipamentos até a situação de higiene e saúde dos funcionários quanto a suas participações e capacitações (8).

### **CONCLUSÕES**

Considerando que a correta manipulação, armazenamento e distribuição adequada de alimentos podem prevenir e evitar o aparecimento de surtos de DTA e doenças causadas por enteroparasitas, e que os cuidados apresentados pelos manipuladores também apresentam grande importância para a prevenção destes males, conclui-se, por este estudo, que no estabelecimento pesquisado, apesar de não apresentar evidentemente os documentos necessários, os índices de conformidades apresentados quanto aos aspectos de manipulação de produtos e, também, os critérios de higienização e procedimentos dos manipuladores, bem como critérios de segurança para armazenamento, preparo e distribuição de alimentos, foram considerados altos, contribuindo para a segurança dos mesmos servidos ao consumidor.

O atacarejo pesquisado, bem como os demais que estejam na situação de conformidade, adequam-se assim a Resolução RDC 216/MS (Brasil,2004). Essa resolução

estabelece procedimentos de boas práticas para serviços de alimentação e também permite aos serviços de inspeção e vigilância sanitária local aplicar notificações e multas aos estabelecimentos que não atenderem aos dispositivos da lei.

Portanto considerando todos os resultados obtidos na pesquisa, pode-se concluir que o supermercado em questão está apto para seu pleno funcionamento.

## REFERÊNCIAS

- (1) MARQUES FERREIRA, Marco Aurélio; MOUTINHO VENÂNCIO, Michele; ABRANTES, Luiz Antônio. Análise da eficiência do setor de supermercados no Brasil. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 2, p. 334, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/Yz5rMJhsph48fjQg3zXr6Ky/?lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2024.
- (2) RYNALDO CALSAVARA, André. ATACAREJO: ESTRATÉGIA PLANEJADA OU MERA COINCIDÊNCIA? administração de empresas em revista, n. 9, p. 4, 2009. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/72>. Acesso em: 2 abr. 2023.
- (3) ACSELRAD, Henri. Trabalho e controle de qualidade na indústria de alimentos. **Revista de administração da empresa**, v. 34, n. 2, p. 33-45, 1994. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/mqdN5NwJdPFVRv6q8JvY9hB/?lang=pt>. Acesso em: 2 abr. 2023.
- (4) BARRETO DE LIMA, Mônica; MOMENTE MARTINS SATURNINO, Caroline; MARIÁ TOBAL, Thaise. Avaliação da adequação das boas práticas de fabricação em serviços de alimentação. v. 9, p. 3-4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7418>. Acesso em: 4 abr. 2023.
- (5) REICH MIRANDA SOBRAL, Rochelly et al. Avaliação das condições higiênicosanitárias no mercado público de Russas, Ceará. *Revista agropecuária técnica*, v. 34, n. 1, p. 31, 2013. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/at/index>. Acesso em: 16 abr. 2023.
- (6) BIBLIOTECA Virtual em Saúde MS. Disponível em: [https://bvsm.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/anexos/anexo\\_res0275\\_21\\_10\\_2002\\_rep.pdf](https://bvsm.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/anexos/anexo_res0275_21_10_2002_rep.pdf). Acesso em: 15 maio 2023.
- (7) RAIMUNDO, Gisele et al. Boas Práticas em Serviços de Alimentação do Mercado Municipal de Curitiba-PR. *RevInst Adolfo Lutz*295, n. 3, p. 296, 2015. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/33484/32316>. Acesso em: 15 maio 2023.



- (8) ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. **Diário Oficial da União**, 2004. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7492608/mod\\_folder/content/0/RDC%20216.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7492608/mod_folder/content/0/RDC%20216.pdf?forcedownload=1). Acesso em: 10 fev. 2024.

## ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE BEBIDAS FERMENTADAS TIPO KOMBUCHA SABORIZADA COM O CAMBUÍ (*Myrcia multiflora*)

Aiza Nalanda Conceição Silva<sup>1</sup> ; Antônia Larissa Paulo Sousa<sup>1</sup> ; Maria de Fatima da Silva<sup>1</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\*Aiza Nalanda Conceição Silva – Email: [aiza.nalanda@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:aiza.nalanda@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[larissapaullo71@gmail.com](mailto:larissapaullo71@gmail.com)>. <[maria.fatimal@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:maria.fatimal@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>, <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>, <sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>.

A kombucha é uma bebida que apresenta crescimento em vendas no mercado de bebidas funcionais desde 2017 com 37,4% de aumento, sendo justificada pela popularidade das bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo produzir uma bebida fermentada tipo kombucha saborizada com frutos de Cambuí (*Myrcia multiflora*), analisar sensorialmente. Foram elaboradas duas formulações da kombucha de cambuí, com um intervalo de 3 dias de diferença de fermentação, afim de avaliar se esse tempo influenciaria nas características sensoriais da bebida. Os materiais utilizados foram água (filtrada e fervida) e chá verde (*Camellia sinensis*). Para os testes de aceitação sensorial foi utilizada a escala hedônica estruturada verbal de nove pontos, realizada no Instituto Federal do Sertão Pernambucano campus Salgueiro, por 100 julgadores não treinados, de ambos os sexos, recrutados de forma aleatória, com idade entre 18 e 65 anos, entre os universitários, professores e alunos. As amostras foram servidas monadicamente aos julgadores, em porções de 25 a 35 mL, em recipientes brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhados de um copo com água. Os resultados mostraram que a bebida obteve uma boa aceitação nos atributos cor, textura, aparência e impressão global. Em relação à intenção de consumo não obteve resultados promissores, uma vez que, o somatório dos dois percentuais negativos (29,5%) praticamente se iguala ao somatório dos dois percentuais positivos (30%). Verifica-se a necessidade de aperfeiçoamento da kombucha saborizada com cambuí em trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** aceitação; bebidas; fermentação; kombucha.

## INTRODUÇÃO

Espécies de frutas nativas e exóticas são produzidas em grande quantidade pelos países tropicais e são potencialmente interessantes para a indústria de alimentos. Frutas exóticas consumidas regionalmente estão ganhando popularidade no mercado devido ao seu valor nutricional e terapêutico, mas também devido aos seus agradáveis sabores e variedade de cores (1).

Uma grande variedade de espécies vegetais, incluindo uma abundância natural de frutas nativas, são resultados dos diferentes biomas que o Brasil possui, entretanto, poucos deles são comercializados ou tiveram propriedades bioquímicas e nutricionais avaliadas, mesmo o país sendo o terceiro maior produtor de frutas do mundo (2). Diversas espécies frutíferas da região nordeste, ainda pouco conhecidas, vêm sendo avaliadas mais recentemente, como alternativa às espécies tradicionais, sendo essa região, no âmbito nacional, uma produtora expressiva de frutas, as quais são comercializadas até fora do país (3;4).

O desenvolvimento de produtos com alimentos da biodiversidade do nordeste brasileiro pode colaborar com a segurança alimentar da região, uma vez que incentiva a produção e o consumo desses alimentos. Diversos estudos têm demonstrado o alto valor nutricional desses alimentos, entretanto os referidos autores apontam seu baixo consumo, principalmente em populações com reconhecidas deficiências nutricionais. Assim, é importante verificar a necessidade do resgate desses alimentos por meio de pesquisas e ações públicas efetivas (5).

Atualmente, cada vez mais os consumidores buscam produtos saudáveis e os frutos exóticos estão sendo cada vez mais utilizados, visando uma oportunidade de inovação. Moura Neto et al. (6) desenvolveram uma bebida mista de extrato hidrossolúvel de soja feito com água de coco e polpa de umbu ‘pronta para beber’ e caracterizaram quanto aos aspectos químicos, físico-químicos e sensoriais, verificando que as bebidas apresentaram boa aceitação pelos consumidores, além de pH, acidez, umidade, açúcares totais, vitamina C de acordo com a legislação vigente.

A kombucha é uma bebida de origem asiática que possui sabor adocicado, ligeiramente ácido e levemente gaseificado, proporcionando maior aceitação entre os consumidores, uma vez que vem sendo considerada como uma alternativa ao refrigerante, por ser uma bebida gaseificada, contendo baixo teor de açúcar e poucas calorias (7). A bebida original é feita a partir da fermentação, originalmente, do chá preto adoçado (*Camellia sinensis*), porém, já estão sendo utilizados para a sua elaboração outros tipos de chás. Essa fermentação do chá é o produto de uma colônia simbiótica de bactérias e leveduras instalada em uma película de celulose conhecida como Scoby (8).

A análise sensorial serve para interpretar como as características sensoriais dos alimentos podem ser afetadas seja na formulação, no armazenamento, na embalagem ou no processamento, através da textura, cor, aroma, sabor, aparência, como também para dá um direcionamento para o desenvolvimento de novos produtos (9;10;11).

Assim, este tem o objetivo produzir uma bebida fermentada tipo kombucha saborizada com frutos de Cambuí (*Myrcia multiflora*), analisar sensorialmente.

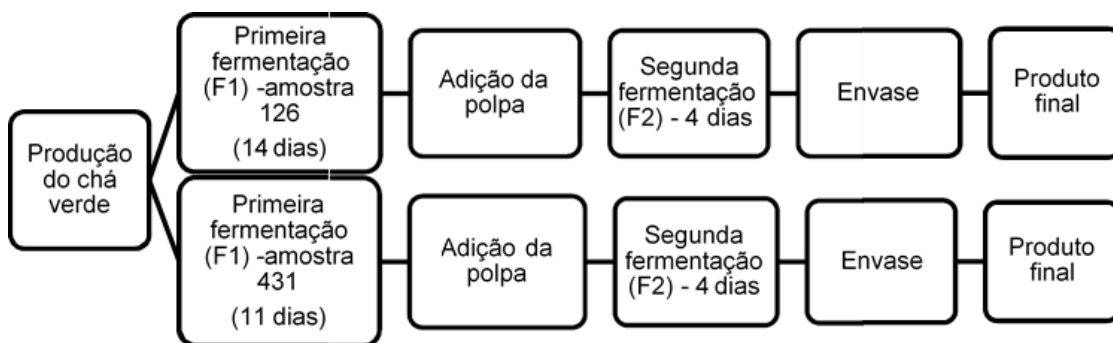
## MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos cambuí foram adquiridos em centrais de abastecimento, feiras, mercados municipais, produtores rurais locais e outros, divididos em três lotes de cada espécie, com aproximadamente 3 kg, coletados em locais e períodos diferentes, na chapada nacional do Araripe (Crato-CE), no período da manhã, para a melhor representação. Durante a coleta, os frutos foram documentados os seguintes parâmetros: nome comum, nome científico, data da coleta e/ou compra, local da coleta ou compra, quantidade adquirida, grau de maturação do fruto, local de cultivo com coordenadas geográficas, data da colheita pelo produtor ou extrativista e índice pluviométrico.

Após a coleta, os frutos foram transportados até o laboratório, identificados, selecionados e processados segundo protocolo adequado para cada alimento, sendo documentados os parâmetros: Nome científico; Tempo de transporte (h); Temperatura (refrigerado ou não); Forma de acondicionamento; Descrição do processamento dos frutos, pois a análise deve ser realizada na parte comestível das frutas; frutos coletados foram homogeneizados e acondicionados em freezer, em seguida seguiram para as análises.

Foram elaboradas duas formulações (Figura 1) das kombuchas saborizadas com cambuí, identificadas com os dígitos aleatórios 126 e 431, respectivamente. Tendo como principal diferença entre as formulações preparadas o tempo fermentação (3 dias), a fim de verificar se esse tempo interferia nas características sensoriais da bebida.

Figura 1 – Fluxograma do processo de elaboração das Kombuchas saborizada de Cambuí



Para a elaboração da amostra 126 foram utilizados 3 litros de água (filtrada e fervida) até atingir a temperatura de 100°C. Posteriormente, adicionou-se 8 sachês de chá verde (*Camellia sinensis*) e infundados por 10 minutos. Logo após, acrescentou-se 300 gramas de açúcar refinado até completa dissolução mantendo a solução em descanso até atingir temperatura ambiente ( $\pm 25$  °C), em seguida, a solução foi armazenada em recipientes de vidro, adicionada o SCOBY e incubados a temperatura ambiente ( $\pm 25$  °C) por 14 dias, sendo essa a primeira fermentação (F1).

Após 3 dias da amostra 126 fermentando, foi produzida a formulação 431 com os mesmos ingredientes e quantidades da primeira formulação, diferindo no tempo da primeira fermentação que foi realizada em 11 dias.

Ambas formulações foram saborizadas e acondicionadas em garrafas de vidro com a adição de 375 mL da polpa natural de cambuí, as quais foram armazenadas por mais quatro dias ( $\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), completando, portanto, a segunda fermentação (F2). Assim a formulação 126 passou um período fermentativo de 18 dias (F1 + F2), e a formulação 431 um período de 15 dias (F1 + F2).

Após o décimo oitavo dia de fermentação da formulação 126 e décimo quinto dia da formulação 431 (F1+F2), as garrafas foram abertas para uma avaliação sensorial referente ao resultado da saborização, lacradas novamente e, em seguida foram resfriadas à  $\pm 7\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A tabela 1 a seguir contém os ingredientes e quantidades que foram utilizados para a elaboração das kombuchas.

Tabela 1 – Ingredientes e quantidades utilizados para a elaboração da Kombucha saborizada de cambuí

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidades</b>
Água	6000 mL
Chá verde	16 sachês
Açúcar	600 g
Polpa do Cambuí	750 mL

A figura 2 contém as imagens ilustrativas das formulações de kombuchas saborizadas com cambuí.

Figura 2 – Kombucha saborizada com cambuí na segunda fermentação



Os testes de aceitação sensorial foram realizados com as preparações já definidas e padronizadas, segundo metodologia descrita por Stone e Sidel (12), onde se realizou no laboratório de análise sensorial de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Salgueiro. As amostras foram avaliadas por

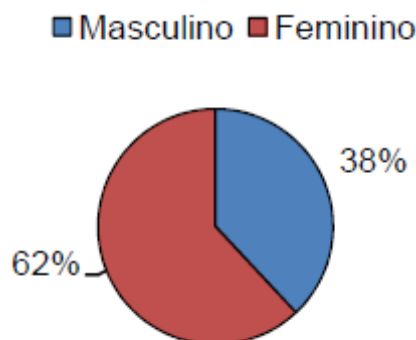
100 julgadores não treinados, de ambos os sexos, recrutados de forma aleatória, entre eles, servidores, alunos e funcionários da unidade.

No teste de aceitação as amostras foram servidas monadicamente aos julgadores, à temperatura convencional de apresentação, na quantidade de 25 a 35 mL, em recipientes brancos, codificados com números de três dígitos, acompanhadas de um copo com água para eliminação do sabor residual na boca. Foi utilizada a escala hedônica estruturada verbal de nove pontos, associado a um valor numérico (1: “desgostei muitíssimo” a 9: “gostei muitíssimo”). Na mesma ficha, os julgadores também preencheram o teste de intenção de consumo. Na mesma ficha também foi aplicado o questionário CATA (Check-all-that-apply). No questionário CATA a frequência de uso de cada termo foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram os mesmos termos em maior número de vezes. O trabalho foi submetido e aprovado pelo comitê de ética sob o número de processo 78766524.3.0000.8052. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ANOVA, no programa Assistat versão 7.7 e as médias do tratamento foram comparadas pelo teste de t ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se abaixo o perfil dos 100 julgadores que foram recrutados para a análise sensorial. Percebe-se que o resultado da ficha de recrutamento identificou que 62% eram do sexo feminino e 38% do sexo masculino, como pode ser visualizado na Figura 3.

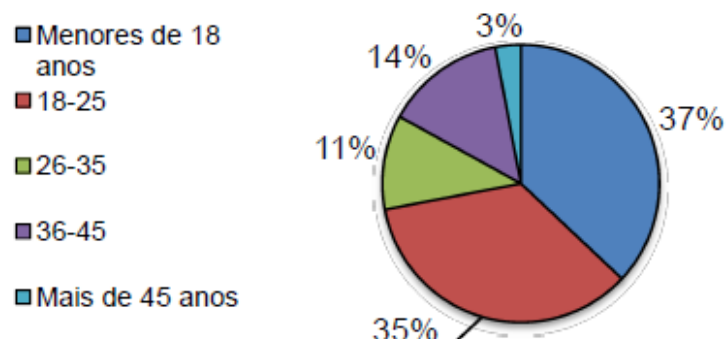
Figura 3 – Frequência do gênero dos julgadores da Kombucha saborizada com o cambuí



Em relação à faixa etária dos julgadores, verificou-se que 37% eram menores de 18 anos, seguido de julgadores com 18 a 25 anos 35%, os que tinham entre 26 a 35 anos 11%, entre 36 a 45 anos eram 14% e 3% os que tinham mais de 45 anos eram 14% e 3% os que tinham mais de 45 anos (Figura 4).

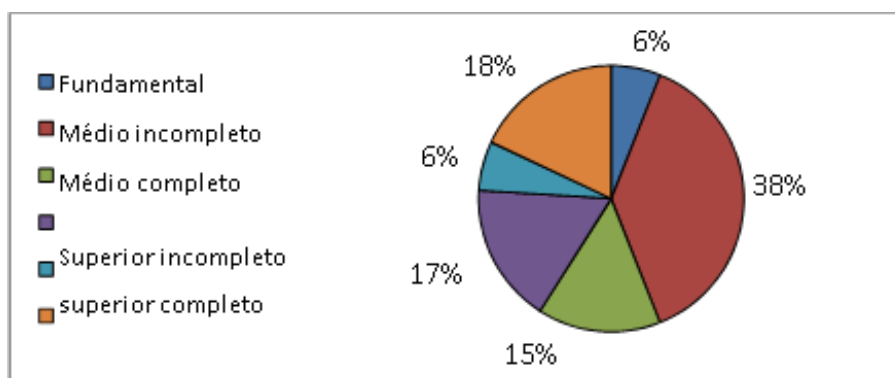


Figura 4 - Frequência da faixa etária dos julgadores da Kombucha saborizada com o cambuí



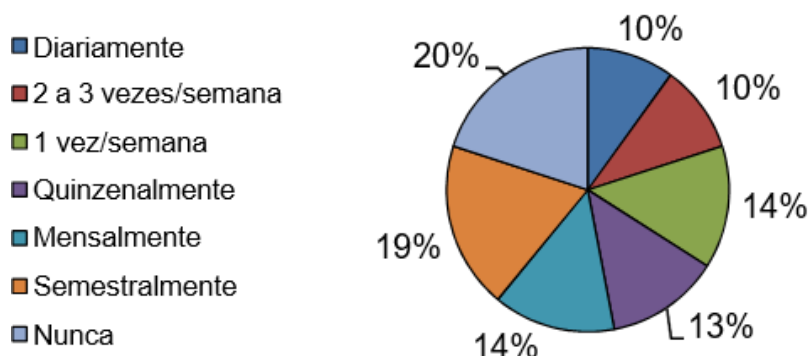
Quanto à escolaridade dos julgadores os níveis variaram entre ensino fundamental à pós-graduação. Onde 6% possuíam ensino fundamental, 38% ensino médio incompleto, médio completo 15%, superior incompleto 17%, superior completo 6% e pós-graduação 18%, de acordo com a figura 6 abaixo.

Figura 5 - Frequência da escolaridade dos julgadores da kombucha saborizada com o cambuí



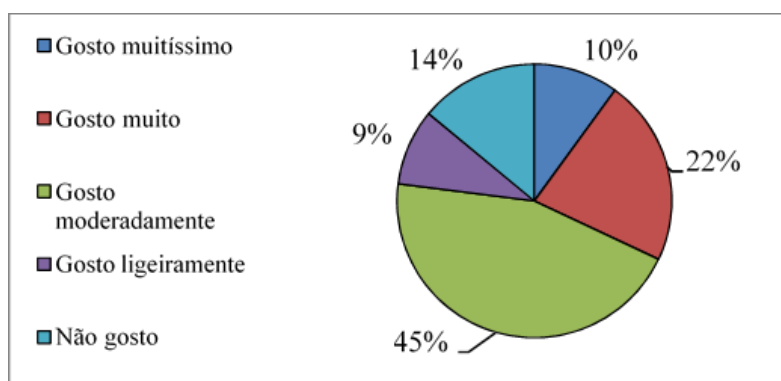
Em relação à frequência com que consomem chá, 10% responderam que consomem diariamente, 10% consomem de 2 a 3 vezes por semana, 14% respondeu que consomem 1 vez por semana, 13% consomem quinzenalmente, 14% consomem mensalmente, 19% consomem semestralmente e 20% responderam que nunca consomem (Figura 6).

Figura 6 - Frequência do consumo de chá dos julgadores da Kombucha saborizada com o cambuí



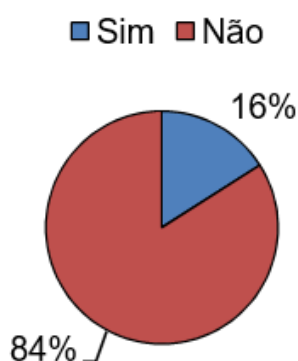
Outro questionamento foi se os julgadores gostam de chá, responderam que gostam muitíssimo, 22% disseram gostar muito, responderam que gostam moderadamente, 9% gostam ligeiramente e disseram não gostar de chá (Figura 7).

Figura 7 - Frequência de quanto os julgadores da kombucha saborizada com o cambuí gostam de chá



Foi questionado também se os julgadores já ouviram falar em Kombucha (Figura 8), 84% das repostas obtidas alegaram que não ouviram falar e 16% já tinham ouvido falar.

Figura 8 - Frequência dos julgadores que já ouviram falar da kombucha saborizada com o cambuí



Observa-se na Tabela 2 os resultados do teste de aceitação sensorial para a kombucha saborizada de cambuí. Nota-se que para as duas amostras analisadas não houve diferença significativa ( $P>0,5$ ), para todos os atributos analisados. Sendo as duas amostras analisadas praticamente iguais.

Percebe-se que não houve diferença significativa entre as amostras analisadas, considerando a escala hedônica de 9 pontos, onde os atributos ficaram entre os pontos 6 e 7, gostei ligeiramente e gostei moderadamente, respectivamente. Apenas o atributo aroma que ficou na quinta posição correspondendo ao nem gostei nem desgostei.

Tabela 2 - Teste de aceitação sensorial da Kombucha saborizada de Cambuí

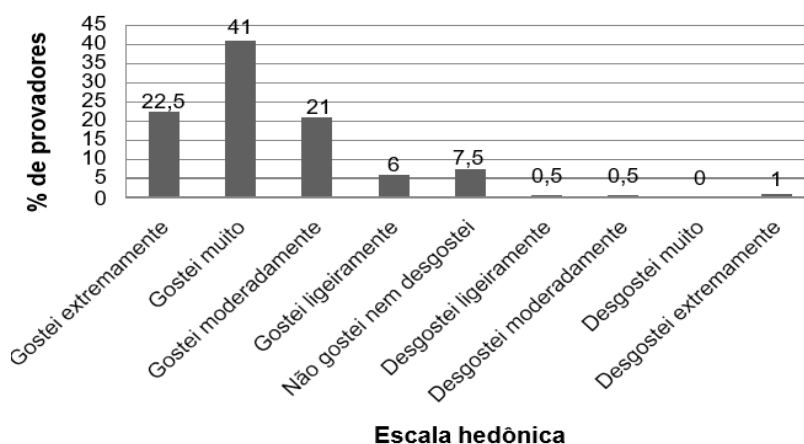
ATRIBUTOS	AMOSTRA 126	AMOSTRA 431
Aparência	7,53 <sup>a</sup>	7,54 <sup>a</sup>
Cor	7,83 <sup>a</sup>	7,87 <sup>a</sup>
Aroma	5,73 <sup>a</sup>	6,00 <sup>a</sup>
Textura	7,31 <sup>a</sup>	7,29 <sup>a</sup>
Sabor	6,42 <sup>a</sup>	6,81 <sup>a</sup>
Impressão global	6,72 <sup>a</sup>	6,97 <sup>a</sup>
Intenção de consumo	2,95 <sup>a</sup>	3,15 <sup>a</sup>

Para uma análise mais aprofundada, apresentaremos os dados em gráficos separadamente relacionados a cada quesito. Verifica-se na tabela 2 que as amostras não obtiveram diferença significativa, assim os dados apresentados a seguir são os percentuais do acumulado das duas amostras.

As Figuras a seguir mostram a aceitabilidade em relação aos atributos das amostras analisadas. Percebe-se na Figura 9, que o atributo aparência teve uma boa aceitabilidade pelos julgadores, onde 41% responderam que “gostaram muito”, seguido de 22,5% que “disseram gostar extremamente” e 21% responderam que “gostaram moderadamente”, onde um somatório das três maiores respostas obtidas é de 84,5% confirmando a aceitabilidade da aparência. As notas menos atribuídas para este quesito foram 0,5% atribuídas aos quesitos

“desgostei ligeiramente” e “desgostei moderadamente”, respectivamente, e 0% “desgostei muito”.

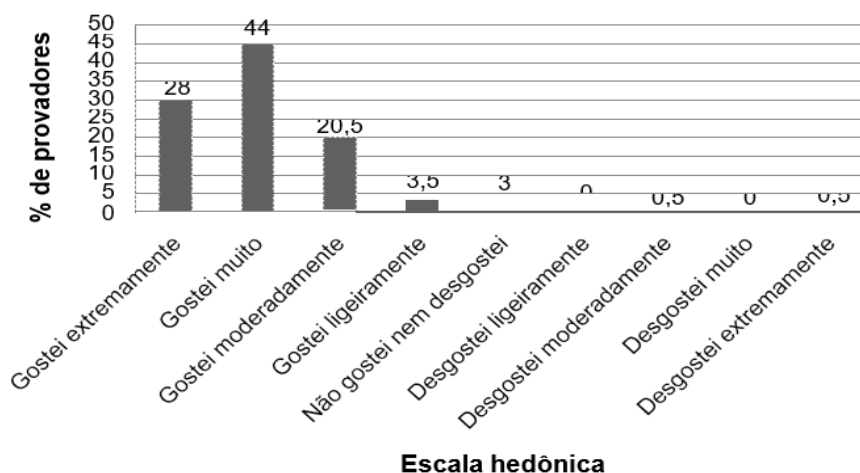
Figura 9 - Avaliação dos julgadores em relação à aparência da Kombucha saborizada com Cambuí



Silva (13), ao realizar um estudo sobre Kombucha saborizada de maracujá, obteve um índice de aceitação de 64% em relação à aparência, onde 35% dos julgadores alegaram “gostar moderadamente” e 29% responderam que “gostaram muito”. Considerando esses dois pontos da escala hedônica citadas no trabalho da mesma, percebe-se que não houve diferença significativa relacionada à aparência da kombucha do presente trabalho, sendo assim, confirmando a aceitabilidade da aparência da bebida.

Em relação ao atributo à cor, os resultados estão apresentados na figura 10.

Figura 10 - Avaliação dos julgadores em relação à cor da kombucha saborizada com Cambuí

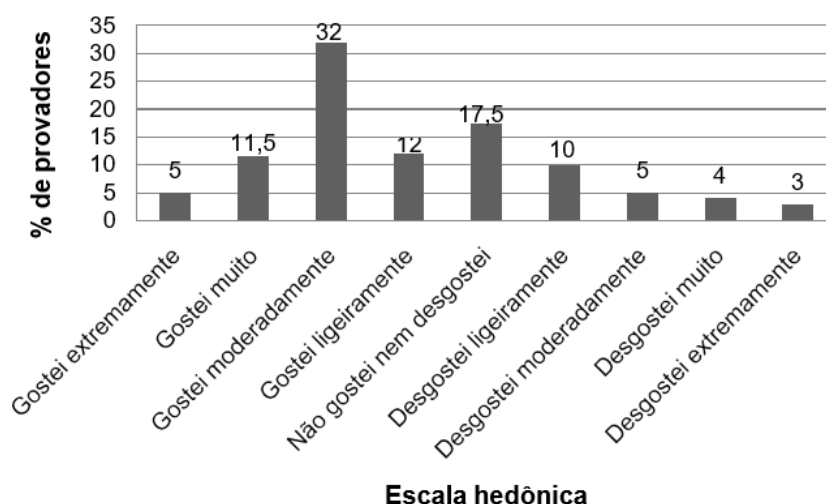


Os maiores percentuais foram de 44% que “gostaram muito”, seguidos de 28% “gostaram extremamente” e 20,5% “gostaram moderadamente”, e as menores porcentagens foram 0,5% para “desgostei moderadamente”, 0,5% para “desgostei extremamente” e 0% responderam “desgostei ligeiramente” e “desgostei muito”. Percebe-se que 92,5% dos julgadores aprovaram a cor da bebida, esse fato se deu possivelmente pela fruta utilizada, cambuí, fruta de coloração vinho forte.

Em comparação com Silva (13), obtivemos melhores resultados, visto que a kombucha saborizada com maracujá obteve 55% de aprovação, a qual apresentava coloração amarelo brilhante devido à polpa do maracujá.

Na figura 11, os resultados mostram que no quesito aroma os maiores percentuais foram de 32% que “gostaram moderadamente”, 17,5% “nem gostaram nem desgostaram” e 12% “gostaram ligeiramente”. E os menores percentuais foram “desgostei extremamente” com 3% e “desgostei muito” com 4%.

Figura 11 - Avaliação dos julgadores em relação ao aroma da kombucha saborizada com Cambuí



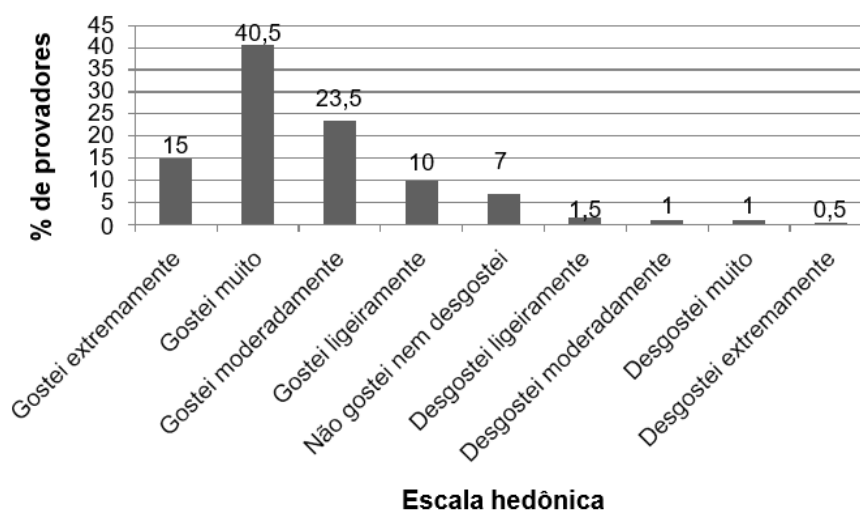
Em estudos realizados por Pinto (14) na Kombucha saborizada com suco de graviola mostrou uma melhor aceitação, visto que os três melhores índices foram “gostei moderadamente”, “gostei muitíssimo” e “gostei muito” com percentuais de 30%, 22% e 18%, respectivamente.

Uma possível justificativa para uma menor aceitação em relação ao aroma da kombucha saborizada com cambuí pode estar relacionado com o aroma que segundo os julgadores remetia a aroma de vinagre de maçã, e aroma de cachaça, identificados no CATA, visto que, 62 respostas eram relacionadas ao aroma de vinagre e 64 relacionada com aroma de cachaça.

Na figura 12 em relação à textura os atributos que foram mais bem avaliados foram, “gostei muito” com 40,5%, “gostei moderadamente” com 23,5% e “gostei extremamente”

com 15%, e os menores percentuais foram, “desgostei extremamente” com 0,5% e “desgostei moderadamente” e “desgostei muito” com 1% cada.

Figura 12 - Avaliação dos julgadores em relação à textura da kombucha saborizada com Cambuí



Em comparação com a Kombucha saborizada com suco de graviola realizada por Pinto (14), o qual obteve percentuais de 48% para “gostei muito” e 24% para “gostei muitíssimo”, percebe-se que ele obteve melhores resultados, onde esse fator se deve pelo fato da amostra se tratar de um líquido, se tornando difícil avaliar a textura, visto que os líquidos geralmente não possuem essa característica muito explícita.

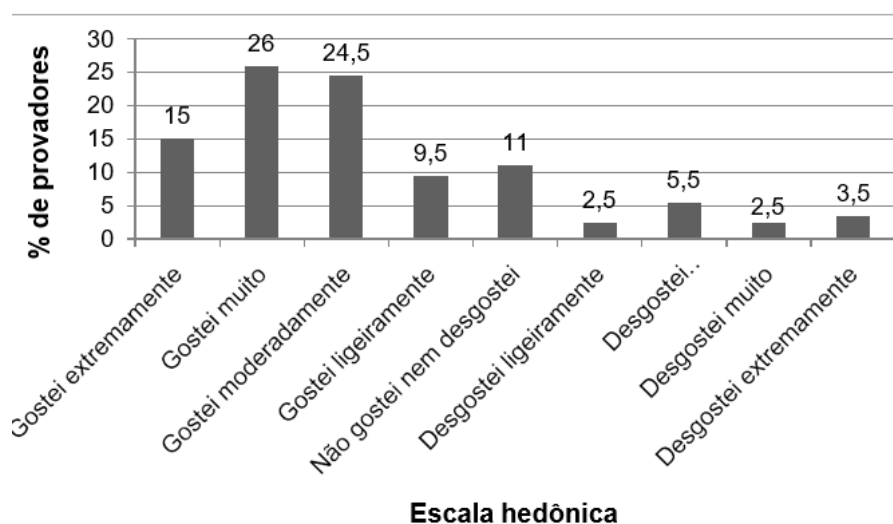
A figura 13 mostra os quesitos mais bem avaliados pelos julgadores relacionados ao sabor da bebida, com 26% “gostaram muito”, 24,5% “gostaram moderadamente” e 15% “gostaram extremamente”, e os menores percentuais foram de “desgostei ligeiramente” e “desgostei muito” com 2,5% cada, e “desgostei extremamente” com 3,5%.

Silva (13) obteve em seu trabalho 51% de aprovação no quesito sabor, segundo a autora a pouca aceitação se deu pelo fato de alguns julgadores não apreciarem bebidas com pouco doce e muito acida característica do suco de maracujá.

Na Kombucha saborizada com suco de graviola realizada por Pinto (14) apresentou índices de aceitação superiores, com “gostei muito” 40%, “gostei moderadamente” 22% e “gostei muitíssimo” 18%.



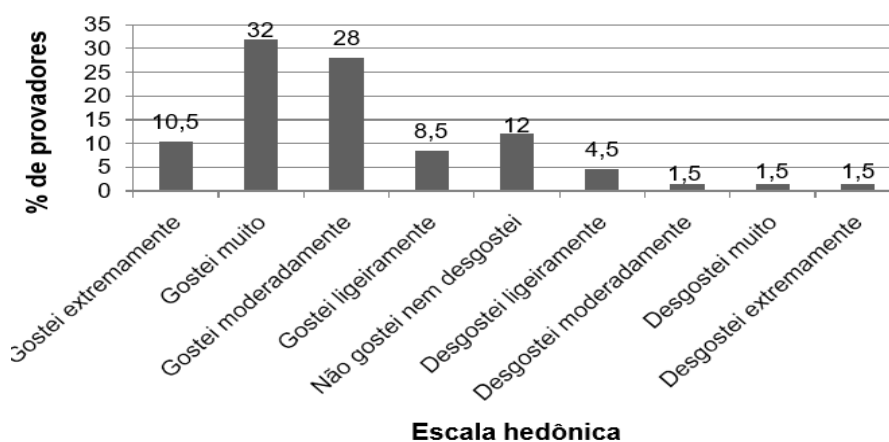
Figura 13 - Avaliação dos julgadores em relação ao sabor da kombucha saborizada com Cambuí



A kombucha saborizada com cambuí, obteve uma melhor aceitação em relação á bebida a base de suco de maracujá, no entanto obteve uma desvantagens relacionada a de suco de graviola. Esse resultado se dar possivelmente pelo fato dos julgadores terem achado a bebida azeda, pois se trata de uma fruta cítrica.

A Figura 14 em relação com a impressão global mostra que 32% “gostaram muito”, 28% “gostaram moderadamente” e 12% “não gostaram nem desgostaram”, e os menores percentuais obtidos foram de “desgostei moderadamente”, “desgostei muito” e “desgostei extremamente” com 1,5%, cada um.

Figura 14 - Avaliação dos julgadores em relação à impressão global da kombucha saborizada com Cambuí



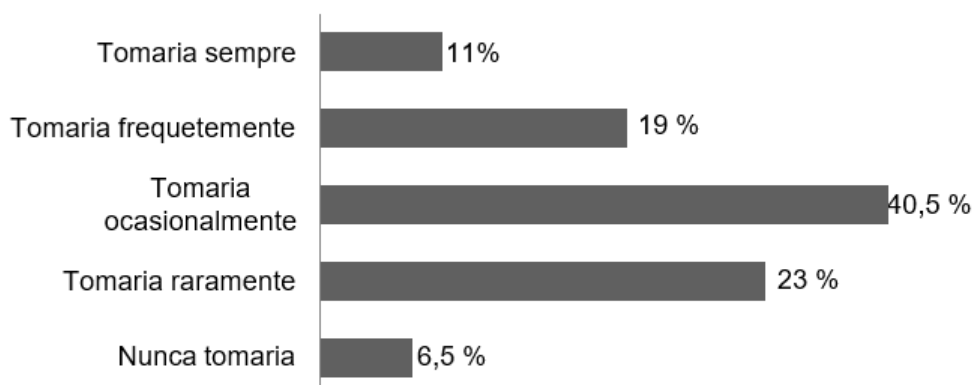
Percebe-se que considerando os três maiores percentuais a bebida teve bons resultados em relação à impressão global, onde de acordo com Silva (2021) o mínimo de aceitação para comercialização é de 70%.

Silva (13) obteve índices de aceitação de 52% na kombucha saborizada com polpa de maracujá. Paludo (15) em trabalho realizado de kombucha artesanal e kombucha laboratorial obteve que a aceitação global da Kombucha artesanal foi de 68,25% e a aceitação global da kombucha laboratorial foi 63,17%.

A Figura 15 apresenta a intenção de consumo dos avaliadores, onde de acordo com os valores obtidos a maioria dos consumidores “tomaria a bebida ocasionalmente” com 40,5%, seguida de “raramente” com 23%, “frequentemente” com 19%, “tomaria sempre” com 11% e “nunca tomaria” com 6,5%.

O questionário CATA, é um questionário onde os julgadores irão avaliar as principais características do produto que está sendo analisado, por meio de uma lista de palavras ou frases que tem relação com o produto em desenvolvimento. O questionário CATA permite aos julgadores selecionar todos os atributos que contem relação com o produto, uma das principais vantagens do método CATA são sua rapidez e simplicidade na realização das análises (16).

Figura 15 - Intenção de consumo da bebida Kombucha saborizada com Cambuí



A tabela 3 apresenta os resultados do teste CATA, para os 15 atributos que apresentaram melhores resultados, avaliados nas duas amostras da bebida tipo Kombucha saborizada com Cambuí.

Tabela 3 - Resultados do teste CATA para os atributos avaliados das formulações de Kombucha

ATRIBUTOS	AMOSTRA A	AMOSTRA B
Cor bonita	57	56

<b>Interessante</b>	42	46
<b>Cor atrativa</b>	57	50
<b>Cor vermelha sangue</b>	24	21
<b>Cor vinho brilhante</b>	20	19
<b>Cor forte</b>	29	27
<b>Cor de beterraba</b>	27	24
<b>Aroma de vinagre de maça</b>	32	30
<b>Aroma de cachaca</b>	38	26
<b>Sabor ácido</b>	33	29
<b>Sabor de vinagre</b>	21	21
<b>Sabor azedo</b>	43	24
<b>Gostoso</b>	28	45
<b>Exótico</b>	49	42
<b>Textura fina</b>	20	28

Percebe-se pela tabela, que apesar dos julgadores terem pouco conhecimento em relação à bebida kombucha e a fruta utilizada para sua saborização o cambuí, a bebida se mostrou atrativa, exótica, interessante e azeda, este último fato se deu possivelmente pela fruta ser de sabor cítrico.

## CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento desse trabalho foi elaborada uma kombucha saborizada com frutos de cambuí, e analisada sensorialmente onde os resultados foram aceitáveis em relação aos atributos aparência, cor, textura e impressão global. No entanto, em relação à intenção de consumo verificou-se que a bebida necessita de mais aprimoramento em trabalhos futuros, visto que, o somatório dos percentuais positivos (“tomaria sempre” e “tomaria frequentemente”) e dos percentuais negativos (“nunca tomaria” e “tomaria raramente”) estão praticamente iguais.







É importante ressaltar que a kombucha é um ótimo substituinte do refrigerante uma vez que é uma bebida saudável e gaseificada naturalmente. E por isso a bebida não se restringe somente a saborização com o fruto cambuí, podendo ser utilizados outros frutos.

## REFERÊNCIAS

1. Costa AGV, Garcia-Diaz DF, Jimenez P, Silva PI. Bioactive compound and health benefits of exotic tropical red-blackberries. *Journal of Functional Foods*. 2013; 5: 539-549.
2. Balisteiro DM, Araujo RL, Giacaglia LR, Genovese MI, Effect of clarified Brazilian native fruit juices on postprandial glycemia in healthy subjects. *Food Research International*. 2017; 100:196-203.
3. Araruna MKA, Santos KKA, Costa JGM. Phenolic composition and in vitro activity of the Brazilian fruit tree *Caryocar coriaceum* Wittm. *European Journal of Integrative Medicine*. 2013; 5:178-183
4. Ribeiro DA, Oliveira LGS, Macêdo DG, et al. Promising medicinal plants for bioprospection in a Cerrado area of Chapada do Araripe, Northeastern Brazil *Journal of Ethno pharmacology*. 2014; 155:1522-1533.
5. Costa EA. Biodiversidade de frutas do Nordeste: composição química e nutricional e desenvolvimento de pastas de cajá, murici, pequi e pitanga [Tese Doutorado]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2017.
6. Moura- Neto LG, Lira JS, Torres MMFS, et al. Development of a mixed drink made from hydrosoluble soybean extract, coconut water and umbu pulp (*Spondias tuberosa*). *Acta Scientiarum Technology*. 2016; 38:371-376.
7. Citrus. Produção de Kombucha se multiplica no Brasil [Internet]. 2018 [acesso em 20 Ago 23]. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/noticias/?id=312621>.
8. Coelho RMD, Almeida AL, Amaral RQR, Mota RN, Sousa PHM. Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 22, p. 100272, 2020. Kombucha: Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2020; 22: 100272.
9. Alves AC. Análise sensorial: uma revisão sobre os métodos sensoriais e aplicação dos testes afetivos em alimentos práticos para o consumo [Trabalho de conclusão de curso]. Patos de Minas: Universidade Federal de Uberlândia; 2021.
10. Dutcosky SD. Análise sensorial de alimento. Edição 3. Curitiba: PUCPRESS; 2011.
11. KIM et al., 2021
12. Stone H, Sidel JL. Sensory evaluation practices. Edição 3. New York: Academic Press; 2004.
13. Silva TR. Desenvolvimento de kombucha obtida a partir de chá verde saborizado com polpa de maracujá: processo artesanal e avaliação sensorial [TCC]. Salgueiro: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano; 2021.

14. Pinto RDC. Desenvolvimento, avaliação química e sensorial de um kombucha com suco de graviola para cardápios de meios de hospedagem [Projeto de pesquisa]. Seropédica: Universidade Rural de Rio de Janeiro; 2019.
15. Paludo ND. Desenvolvimento e caracterização de Kombucha obtida a partir de chá verde e extrato de erva-mate: processo artesanal e escala laboratorial [TCC]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.
16. Amorim KA. Modificações na metodologia sensorial para a obtenção do ideal na técnica check-all-that-apply (CATA) [Dissertação]. Goiano: Universidade Federal de Goiás – Escola de agronomia; 2020.

## ANÁLISE SENSORIAL DE BISCOITO AMANTEIGADO SEM GLÚTEN COM ADIÇÃO DE FARINHA DE GENGIBRE E COBERTURA COMPOSTA POR GELEIA DE BETERRABA (*Beta vulgaris L.*)

Maria Emanuely do Carmo Silva\*<sup>1</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\*Maria Emanuely do Carmo Silva – maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br>.

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br> <camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>, <janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br>, <marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>.

**Resumo:** O presente trabalho buscou elaborar um biscoito tipo amanteigado com cobertura a partir da geleia de beterraba, com o diferencial da adição de gengibre em uma das formulações. O gengibre (*Zingiberofficinale*) é uma especiaria de sabor característico amplamente utilizada nas indústrias alimentícia e farmacêutica. A beterraba é um vegetal de cor característica e compostos bioativos que conferem atividade antimicrobiana e antioxidante. Visando o aproveitando das propriedades nutritivas da beterraba desenvolveu-se uma geleia de beterraba atrativa de sabor adocicado. As amostras de biscoito tipo amanteigado com adição de gengibre e sem adição de gengibre foram elaboradas no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Salgueiro. Para a produção da amostra com adição de gengibre foi necessária a realização da secagem em estufa para a produção da farinha de gengibre. A análise sensorial é uma ferramenta crucial para a indústria alimentícia, permitindo a avaliação das características sensoriais dos alimentos. Por meio de um painel de julgadores treinados, a avaliação é realizada de forma sistemática e objetiva. Os biscoitos amanteigados foram elaborados com farinha de arroz, o que possibilita ser usado como uma alternativa para as pessoas portadoras da doença celíaca o consumo deste alimento. Em seguida, foi realizada a análise sensorial. Foi realizada a estatística das fichas da análise sensorial obtendo-se os resultados. De acordo com os resultados, a amostra com gengibre obteve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade, sendo considerada a amostra com maior aceitação.

**Palavras-chave:** elaboração; farinha alternativa; secagem, celíacos.



## INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de alimentos atrativos, práticos e saudáveis é uma forma de incentivar o consumo de produtos que beneficiam a saúde, fornecendo nutrientes essenciais a grupos-alvo específicos, como crianças, idosos, atletas e pessoas com condições especiais de saúde e que sejam adequados às suas necessidades nutricionais e preferências alimentares. (1;2).

A doença celíaca é uma enteropatia autoimune caracterizada pela intolerância permanente ao glúten, que é a fração proteica encontrada no trigo, cevada, centeio e malte, em indivíduos geneticamente predispostos. O trigo possui a propriedade de viscoelasticidade na produção de alimentos e permite a coesão da farinha. A doença celíaca é desencadeada por mecanismos imunológicos que envolvem a produção de anticorpos contra o glúten e contra a transglutaminase tecidual, uma enzima presente na mucosa do intestino delgado. A doença celíaca provoca um processo inflamatório intestinal, má absorção de nutrientes e uma variedade de manifestações clínicas e restrições alimentares devido à presença do glúten. (3;4;5).

Biscoito ou bolachas são tipos de produtos de confeitaria feitos com massa de farinha, açúcar e outros ingredientes, que são assados no forno ou fritos no óleo, podendo ter vários formatos, texturas e sabores. Os produtos de cereais podem ser submetidos a processamentos tecnológicos para sua produção (6).

O Gengibre (*Zingiberofficinale*) é uma raiz comumente conhecida pelo seu sabor picante e propriedades aromáticas utilizado amplamente na indústria alimentícia e farmacêutica. Do seu rizoma é possível aplicá-lo no desenvolvimento de bebidas, molhos, sopas, embutidos e produtos de confeitaria como pães, bolos, biscoitos e geleias. A planta apresenta diversos compostos bioativos que conferem atividade antimicrobiana e antioxidante. O gengibre tem origem no norte da Índia e é utilizado na medicina popular e tradicionalmente empregado no alívio de diversos sintomas, como náusea, vômito, asma, inflamação, dispepsia, falta de apetite, artrite, constipação e alívio de náusea em pacientes induzida pela quimioterapia (7;8).

A utilização de matérias-primas alternativas, como a beterraba (*Beta vulgaris L.*) se dá pela necessidade de oferecer à sociedade um produto de origem natural, que seja atrativo visualmente e ao paladar, rico em vitaminas, minerais e todos os benefícios que a beterraba oferece a saúde, por ser uma hortaliça tuberosa rica em antioxidantes, carotenoides, flavonoides e compostos fenólicos.

A beterraba (*Beta vulgaris L.*) apresenta uma cor característica devido a combinação de dois tipos de pigmentos: betacianina (roxo) e betaxantina (amarelo) e são ricas em vitaminas e minerais associadas a diversas propriedades benéficas para a saúde humana, tais como atividade anticancerígena, antidiabética, hepatoprotetora e anti-inflamatória (9;10;11) Diferentes autores relataram a substituição parcial da farinha de trigo por outras farinhas de vegetais ricos em nutrientes e fibras, como arroz, soja, aveia e também a produção de farinha a partir da reutilização de resíduos dos mesmos, como a produção de farinha a partir da casca de frutas (12;13;14)

As geleias são definidas como produtos a partir da cocção de frutas ou hortaliça em pedaços, polpas com açúcar até que a mistura apresente textura gelatinosa, produzidas juntamente com pectina, açúcares e ácidos, de sabor doce, semi-ácido, de acordo com a fruta

de origem (15). É um produto que possui umidade intermediária com ingredientes que permitem uma maior conservação duradoura, agregando alto valor comercial e sendo utilizadas no acompanhamento de bolachas, pães, Croissant, torrada, waffle e entre outros (16).

A análise sensorial é uma ferramenta de suma importância para a indústria de alimentos, pois permite a avaliação das características sensoriais do produto como sabor, aroma, textura, cor e aparência, através da utilização dos sistemas sensoriais: olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual. A análise sensorial é realizada por meio de um painel de julgadores de forma sistemática e objetiva, possibilitando que as indústrias e empresas avaliem a aceitação do consumidor em relação aos produtos, bem como o impacto de mudanças nos ingredientes, processos, embalagem e a qualidade do produto final (17;18;19). Além disso, a análise sensorial também é importante para o desenvolvimento de novos produtos e aprimoramento dos já existentes, de acordo com as preferências do consumidor, bem como para garantir a consistência dos produtos ao longo do tempo. Dessa forma, a análise sensorial é essencial para a garantia da qualidade e segurança dos alimentos, bem como para a satisfação e fidelidade do consumidor (20;21). A análise sensorial pode ser utilizada para avaliar a aceitação do produto pelos consumidores, bem como para identificar possíveis melhorias na receita.

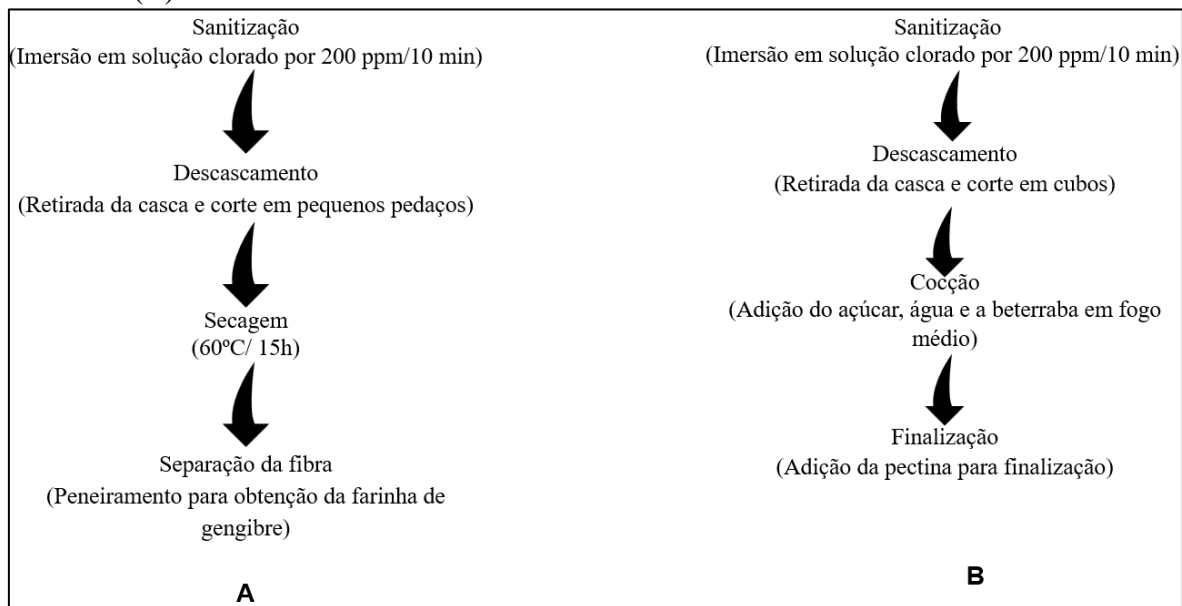
No presente trabalho, foi elaborado e avaliado sensorialmente um biscoito amanteigado com adição de farinha de gengibre com cobertura composta por geleia de beterraba (*Beta vulgaris L.*) buscando-se explorar as características sensoriais e nutricionais desses ingredientes, bem como desenvolver uma receita prática e atrativa destinada a pessoas com dietas restritivas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para produção de farinha de gengibre foi realizado protocolo de acordo com a Figura 1-A, a matéria-prima necessária para a secagem foi adquirida em um supermercado local na cidade de Salgueiro-PE e sanitizada em solução clorada a 200 ppm por 60 minutos. Em seguida, foi lavada em água corrente e cortada em pedaços pequenos. Após esses processos, o gengibre foi espalhado em uma forma e levado a secagem por 15 horas a 60°C em uma estufa no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Salgueiro. Após a secagem obteve-se a farinha de gengibre conforme a Figura 2 (A) Gengibre sanitizado e cortado, (B) Resíduos da fibra do gengibre, (C) Farinha de gengibre.

Para elaboração do biscoito tipo amanteigado com cobertura a partir da geleia de beterraba foram utilizadas a matéria-prima e ingredientes necessários descritos na Tabela 1. Esses foram adquiridos em um supermercado local na cidade de Salgueiro-PE.

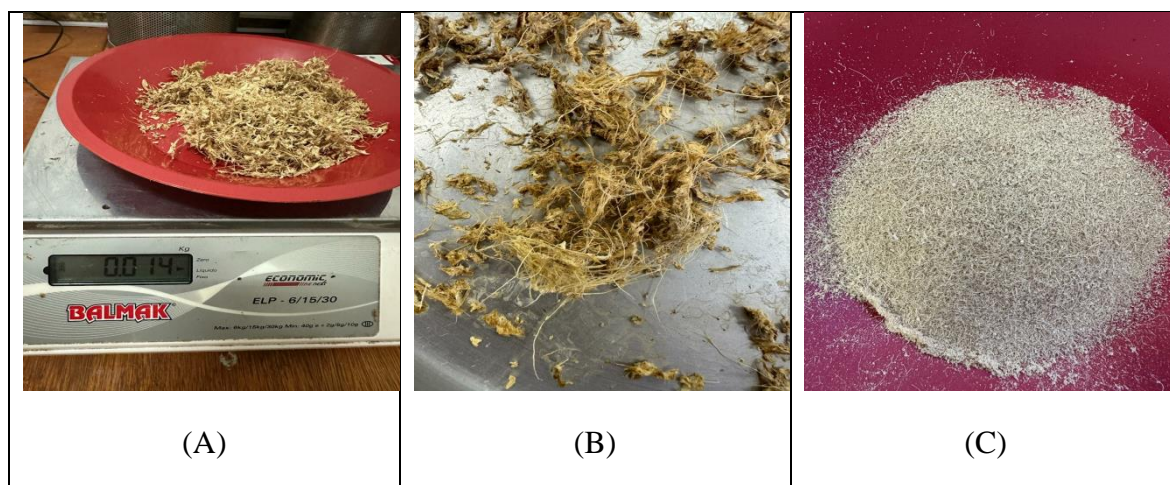
Figura 1 – Fluxograma das etapas para obtenção da farinha de gengibre (A) e da geleia de beterraba (B)



(A) = obtenção da farinha de gengibre; (B) = Obtenção da geleia de beterraba.

As etapas seguidas descritas na Figura 1-B, englobam que a beterraba foi sanitizada em solução clorada, descascada desprezando raízes e cascas, picada em pedaços pequenos e em seguida foi adicionada em uma panela, a matéria-prima o açúcar e a água em forno médio até o ponto de soltar da panela, e ao final da cocção foi adicionado a pectina.

Figura 2 – Etapas para obtenção da farinha de gengibre



Para elaboração dos biscoitos foram utilizados os ingredientes descritos na Tabela 1. Para obtenção do biscoito pesou-se e adicionou-se em uma batedeira a margarina e o açúcar para a formulação sem adição de gengibre, os ingredientes foram batidos até o ponto de um creme homogêneo, em seguida foi pesada e adicionada a farinha de arroz até o ponto de soltar das

mãos e assim a massa foi modelada e colocada em uma forma sem untar e deixada em forno médio por cerca de 25 minutos ou até o ponto de dourar.

Tabela 1– Ingredientes utilizados para elaboração da geleia de beterraba e dos biscoitos

<b>Formulação geleia de beterraba</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso</b>
Beterraba (kg)	3,15
Açúcar (kg)	4
Água (L)	5
Pectina (g)	200
<b>Formulação biscoito tipo amanteigado sem gengibre</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso</b>
Farinha de arroz (g)	400
Açúcar (g)	125
Margarina sem sal ou manteiga (g)	300
<b>Formulação biscoito tipo amanteigado com gengibre</b>	
<b>Ingredientes</b>	<b>Peso</b>
Farinha de arroz (g)	400
Açúcar (g)	125
Margarina sem sal ou manteiga (g)	300
Farinha de gengibre (g)	4

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IFSertãoPE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78488623.6.00008052, reconhecido pela comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

Para a realização da análise sensorial, foram recrutados 100 julgadores não treinados entre estudantes e servidores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – Campus Salgueiro. Os perfis dos julgadores foram avaliados de acordo com o gênero, escolaridade, idade, o quanto gosta de biscoito amanteigado, frequência de consumo de biscoito amanteigado, se já consumiu geleia de beterraba.

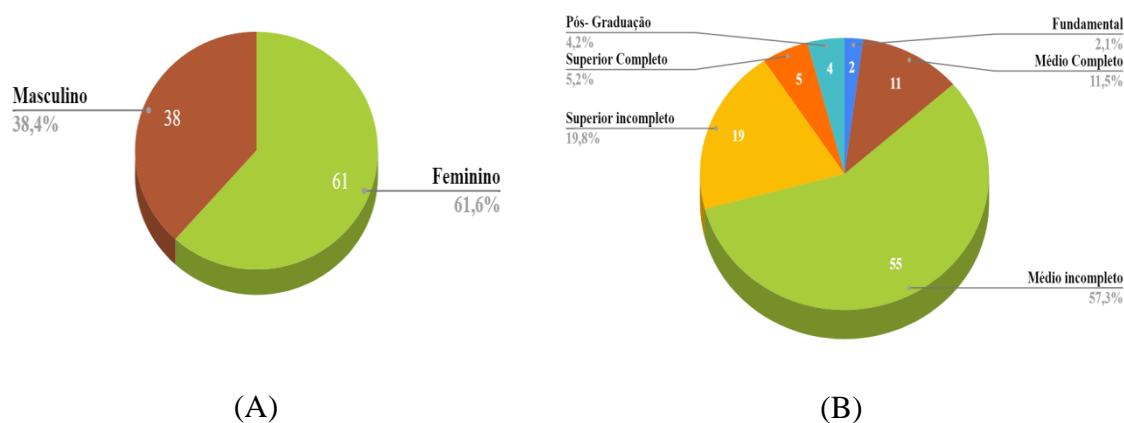
O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). As amostras de biscoito tipo amanteigado com cobertura de geleia de beterraba foram submetidas a análise sensorial através de fichas. O trabalho foi submetido ao Comitê de Ética sob número de processo 78488623.6.00008052. Os dados obtidos foram analisados no Software ASSISTAT 7.7 beta com teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sensorial foi realizada por 100 julgadores não treinados, destes, cerca de 61,6% foram do gênero feminino e 38,4% do gênero masculino apresentados na Figura 3-A.

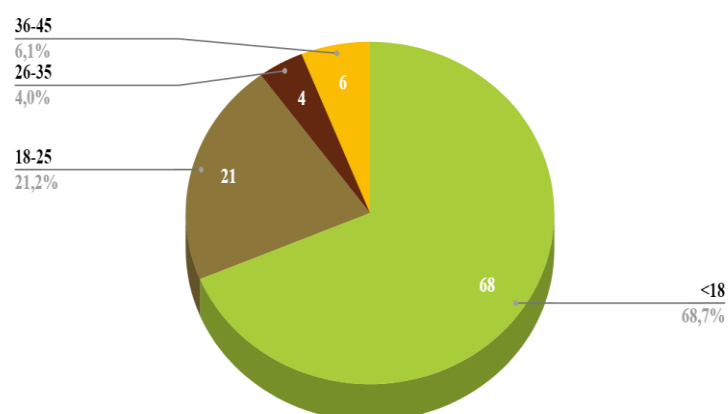
Dos julgadores da análise sensorial realizada, está apresentada na Figura 3-B os resultados do perfil de escolaridade dos julgadores. Constatou-se que 57,3% possuíam o ensino médio incompleto, 19,8% possuíam ensino superior incompleto, 11,5% possuíam ensino médio completo, 5,2% possuíam ensino superior completo e 2,1% possuíam ensino fundamental. Esse resultado reflete o ambiente no qual foi realizada a análise, uma vez que o instituto oferece cursos de nível médio integrado.

Figura 3 – Perfil dos julgadores por Gênero e escolaridade



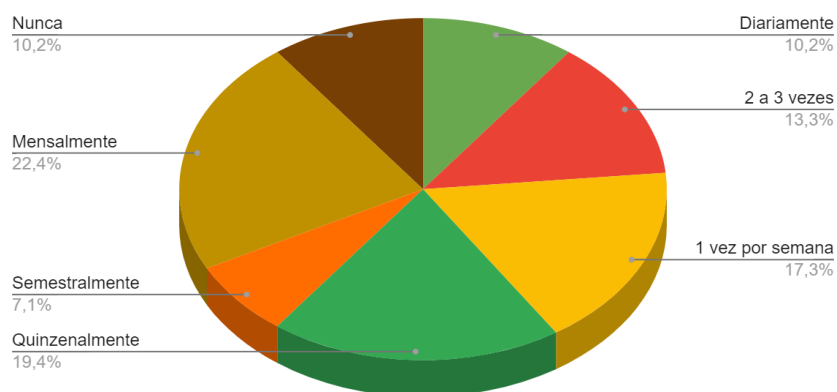
A idade dos julgadores que realizaram a análise sensorial está apresentada na Figura 4, verifica-se que ocorreu uma variação entre julgadores menores de dezoito anos a 45 anos. Constatou-se que cerca de 68,7% dos julgadores eram menores de 18 anos, 21,2% dos julgadores possuíam entre 18 a 25 anos, 4,0% dos julgadores possuíam entre 26 a 35 anos e 6,1% possuíam de 36 a 45 anos. Esses resultados são reflexo de os julgadores terem sido alunos, professores e servidores do instituto federal.

Figura 4 – Perfil dos julgadores por idade



Também foi avaliado o quanto os julgadores gostaram do produto desenvolvido, sendo apresentado na Figura 5. Cerca de 41,9% dos julgadores gostaram muito do biscoito amanteigado, essa quantidade é superior em relação aos que não gostaram que obteve um percentual de 1,4% e que gostaram ligeiramente com 8,1% e inferior aos 48,6% julgadores que gostaram moderadamente.

Figura 5 – Perfil dos julgadores por frequência de consumo



Quanto à análise estatística, os resultados estão apresentados na Tabela 2. Foi verificado que a amostra de biscoito amanteigado com adição de gengibre obteve maior aceitação e constatou-se uma pequena diferença em relação à textura. As amostras não obtiveram diferença significativa em relação à aparência, sabor e intenção de consumo.

Tabela 2 – Resultados do delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) das amostras de biscoito tipo amanteigado com cobertura de geleia de beterraba

Amostra	Aparência	Textura	Sabor	Intenção de Consumo
<b>A</b>	7.38a	6.90a	7.14a	3.31a
<b>B</b>	7.66a	7.32b	7.43a	3.78a

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ). \*\*\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ). não significativo ( $p \geq .05$ ).

## CONCLUSÕES

Conclui-se que é viável a elaboração de biscoitos amanteigados sem glúten com cobertura de geleia de beterraba, sendo uma opção para o consumo de pessoas com doença celíaca e também da população em geral. A adição de gengibre na formulação dos biscoitos conferiu um sabor adocicado de modo diferenciado e agradável, além de agregar propriedades funcionais ao produto. A análise sensorial realizada com um painel de julgadores não treinados revelou que a amostra com gengibre foi a mais aceita, indicando



uma boa aceitação do mercado. Sugere-se a realização de análises físico-químicas e microbiológicas dos biscoitos e da geleia de beterraba para avaliar sua qualidade e segurança alimentar.

## REFERÊNCIAS

1. Escoura JB. Exercícios e manobras facilitadoras no tratamento de disfagias [Especialização em motricidade oral]. São Paulo: Centro De Especialização Em Fonoaudiologia Clínica Motricidade Oral – Fonoaudiologia Hospitalar; 1998.
2. FERREIRA A.B, SOUZA RS, SILVA CA, ASCHERI JLR, CARVALHO CWP. Desenvolvimento de biscoitos tipo cookie com farinha de quinoa e polidextrose. *BrazilianJournalofFood Technology*. 2011, 11, 202-209.
3. Araújo HMC, Araújo WMC, Botelho RBA, Zandonadi RP. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição*. 2010; 23, 467-474.
4. Silva TSdaG, Furlanetto TW. Diagnóstico de doença celíaca em adultos. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2010; 56, 122-126.
5. Cristofolini M. Aspectos clínicos, imunológicos e diagnóstico. Curitiba, 2019.
6. Brasil. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos” constante do anexo desta Resolução.
7. MORAES, H. H. Q. Otimização experimental da extração do óleo essencial de gengibre (*zingiberofficinale*). 2012. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Universidade Federal do Pará.
8. ANDREO D, Jorge N. Capacidade antioxidante e estabilidade oxidativa de *Gengiberofficinale*. *UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde*. 2011; 13,33–37.
9. Borges GR et al. Beterraba: potencial antioxidante e propriedades funcionais. *Revista de Nutrição*. 2018; 31, 53-65.
10. Nascimento LV et al. Beterraba (*Beta vulgaris L.*): aspectos nutricionais e tecnológicos. *BrazilianJournalofDevelopment*. 2020; 6, 50672-50686.
11. Gonçalves BSG. Pigmentos naturais de origem vegetal: Betalaínas [Dissertação]. Portugal: Faculdade de Ciências e Tecnologias; 2018.
12. Mariani M. et al. Elaboração e avaliação de biscoitos sem glúten a partir de farelo de arroz e farinhas de arroz e de soja. *BrazilianJournalofFood Technology*. 2015; 18, 70-78.
13. Romero LI et al. Elaboração de biscoitos tipo cookies a base de farinha de arroz e farinha de soja [Dissertação]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco Centro De Biociências; 2019.
14. Melo JFde. Elaboração de biscoito à base de farinha de casca de banana [Trabalho de Conclusão de Curso. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2022.
15. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Fixa os padrões de identidade e qualidade para os alimentos (e bebidas). Resolução CNNPA n. 12, de 24 de setembro de 1978. *Diário Oficial da União, Brasília, 24 setembro de 1978*.

16. Aguiar VF, Silva JMM, Cavalcante CEB, Ribeiro ETS. Desenvolvimento de geleia mista de maçã e mel: análise da viabilidade através da aceitação sensorial. *Conexão Ciência e Tecnologia*. 2016;10, 78-84.
17. Duarte, M. E., & Cavalcanti-Mata, M. E. Nova metodologia para interpretação de dados de análise sensorial de alimentos New methodology for data interpretation of food sensorial analysis. (2010).
18. TEIXEIRA, Lílian Viana. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.
19. do Carmo, J. L. Manual de boas práticas em análise sensorial. Diss. Instituto Politecnico de Viseu (Portugal), 2018.
20. ALVES, Andressa Thauany de Sousa. Análise sensorial: uma ferramenta analítica para desenvolvimento de produtos alimentícios. BS thesis. 2019.
21. Nogueira, M. B. (2021). Fundamentos e Introdução à Análise Sensorial. *Análise Sensorial Clássica: Fundamentos e Métodos*, 9.

## PARAPROBIÓTICOS E PÓS-BIÓTICOS: TENDÊNCIA EMERGENTE PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Elaine Bernardo Pacheco <sup>1</sup>; Nathalia Lanchin Barreiro <sup>1</sup>; Priscila Renata da Costa <sup>1</sup>; Rafael Henrique de Almeida Ferreira <sup>1</sup>; Weder Garcia Aneres <sup>2</sup>; Nataly de Almeida Costa <sup>3</sup>; Maurilio Lopes Martins <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestres em Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), campus Rio Pomba

<sup>2</sup>Mestrando em Ciência e Tecnologia de Alimentos do IF Sudeste MG, campus Rio Pomba

<sup>3</sup>Professores do IF Sudeste MG, campus Rio Pomba

Weder Garcia Aneres - E-mail: [weder.garcia12@gmail.com](mailto:weder.garcia12@gmail.com)

### RESUMO

Devido às novas tendências alimentares e a busca por saudabilidade, os alimentos funcionais têm sido alvo de estudos e de desenvolvimento de novos produtos. Assim, os probióticos têm sido muito discutidos. Um alimento probiótico deve conter células microbianas viáveis desde a produção até o consumo e as mesmas devem resistir e colonizar o trato gastrointestinal dos consumidores. Entretanto, a qualidade desses alimentos pode ser afetada em função da atividade metabólica dos probióticos que podem levar a alterações físico-químicas e sensoriais. Além disso, questionamentos são realizados em relação ao uso seguro dos alimentos probióticos em pessoas com sistema imunológico debilitado. Assim, novas alternativas para contornar esses problemas estão sendo estudadas como o uso de paraprobióticos e pós-bióticos em alimentos. Os paraprobióticos, também chamados de probióticos fantasmas, são células microbianas não viáveis ou extratos celulares brutos que, quando administrado em quantidades adequadas, conferem benefícios ao organismo humano ou animal. Por outro lado, os pós-bióticos são constituídos por metabólitos secretados por bactérias viáveis ou liberados após a lise bacteriana. Vários estudos pré-clínicos e clínicos demonstraram que células microbianas não viáveis podem ser tão eficazes quanto às células microbianas viáveis, além de destacarem várias respostas biológicas, incluindo efeitos anti-inflamatórios, atenuação da colite, estimulação do sistema imunológico intestinal, entre outros. No geral, as evidências desses estudos demonstram, dependendo do mecanismo de ação, que os efeitos dos probióticos não dependem da viabilidade celular, sugerindo um amplo uso de células probióticas não viáveis na indústria de alimentos, considerando maior segurança e vida útil prolongada como vantagens para o uso de paraprobióticos e pós-bióticos.

**Palavras-chave:** Alimentos, Nutrição, Saúde, Viabilidade.

## ABSTRACT

Due to new food trends and the search for healthiness, functional foods have been the target of studies and the development of new products. Thus, probiotics have been much discussed. A probiotic food must contain viable microbial cells from production to consumption and they must resist and colonize the gastrointestinal tract of consumers. However, the quality of these foods can be affected due to the metabolic activity of probiotics, which can lead to physicochemical and sensory changes. Furthermore, questions are raised regarding the safe use of probiotic foods in people with weakened immune systems. Therefore, new alternatives to overcome these problems are being studied, such as the use of paraprobiotics and postbiotics in foods. Paraprobiotics, also called ghost probiotics, are non-viable microbial cells or crude cell extracts that, when administered in adequate quantities, confer benefits to the human or animal organism. On the other hand, postbiotics are made up of metabolites secreted by viable bacteria or released after bacterial lysis. Several preclinical and clinical studies have demonstrated that non-viable microbial cells can be as effective as viable microbial cells, in addition to highlighting several biological responses, including anti-inflammatory effects, attenuation of colitis, stimulation of the intestinal immune system, among others. Overall, the evidence from these studies demonstrates, depending on the mechanism of action, that the effects of probiotics do not depend on cell viability, suggesting a wide use of non-viable probiotic cells in the food industry, considering greater safety and prolonged shelf life as advantages for the use of paraprobiotics and postbiotics.

**Keywords:** Food, Nutrition, Health, Viability.

## INTRODUÇÃO

As novas tendências alimentares induzem as indústrias a reduzirem o uso de conservantes, estabilizantes entre outros aditivos artificiais, uma vez que os consumidores têm buscado alimentos que além de nutrir possam proporcionar algum benefício extra à saúde. Dessa forma, os alimentos funcionais são comercializados com alegações de saúde, uma vez que podem ser fonte de nutrientes com propriedades fisiológicas positivas, além de conterem substâncias naturais que podem ser ingeridas diariamente para regular e melhorar o trato gastrointestinal. Nessa vertente, os probióticos têm sido muito discutidos (1).

Os probióticos são, atualmente, definidos como microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (2). Por essa definição, um alimento probiótico deve conter células microbianas viáveis. No entanto, vários fatores podem afetar a qualidade dos probióticos durante o armazenamento até o consumo (3), além de questionamentos e preocupações sobre seu uso seguro em pessoas com sistema imunológico debilitado. Assim, surgiram algumas alternativas como o estudo de paraprobióticos e pós-bióticos, que proporcionaram uma ampla extensão para o conceito de probióticos (4).

Paraprobióticos são definidos como probióticos inativos ou células microbianas não viáveis (intactas ou frações celulares) que, administradas em quantidades e frequência adequadas, proporcionam benefícios ao hospedeiro. Por outro lado, pós-bióticos são produtos ou subprodutos metabólicos secretados por bactérias viáveis ou liberados após a lise bacteriana (5, 4, 6). Assim, o emprego de paraprobióticos ou de pós-bióticos pode gerar interação positiva com a indústria de alimentos, uma vez que as exigências impostas quanto à viabilidade celular bacteriana, para exercer os seus efeitos biológicos sobre a saúde, são reduzidas (7, 8).

A Tabela 1 apresenta algumas estirpes paraprobióticas e pós-bióticas, correlacionando-as com sua função e aplicação para o hospedeiro e/ou indústria.

**Tabela 1** - Função e aplicação de algumas estirpes paraprobióticas e pós-bióticas para o consumidor e indústria

Estipe	Função e aplicação no hospedeiro e/ou indústria	Referência
<i>Lactobacillus gasseri</i> CP2305	Regulação intestinal, alívio dos sintomas relacionados ao estresse, melhora do sono, recuperação da fadiga, alívio da ansiedade e humor depressivo	(9) (10) (11) (12)
	Aumento da atividade hidratante da pele em queratinócitos humanos, podendo ser utilizado na indústria de cosméticos e produtos hidratantes	(13) (14) (15)
	Aumento da imunidade e resistência a doenças em peixes e crustáceos, podendo ser utilizado na agricultura	(16) (17)
	Atividade citotóxica seletiva via efeito antiproliferativo e indução de apoptose contra células cancerosas malignas de maneira específica	(18)
<i>Lactobacillus plantarum</i> (I-UL4, TL1, RS5, RI11, RG11 e RG14)		

<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FPTB16	Aumento da imunidade em peixes (Catla), podendo ser utilizado na agricultura	(19)
<i>Lactobacillus reuteri</i>	Prevenção do desenvolvimento e tratamento da periodontite	(20)
<i>Lactobacillus reuteri</i> PTCC 1655	Ação inibitória em células-tronco de câncer de cólon (células HT29-ShE) mediados pela redução da invasão e aumento da apoptose	(21)
<i>L. rhamnosus</i> GG	Diminui os mediadores pró-inflamatórios induzidos por LPS e aumenta os mediadores anti-inflamatórios	(22) (23)
<i>Enterococcus faecalis</i> (EC- 12)	Prevenção da colonização de enterococos resistentes à vancomicina no ceco de pintinhos recém-nascidos	(24)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> LA5	Atividade antimicrobiana para <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> em modelos de alimentos	(25)
<i>Lactobacillus casei</i> 431 <i>Lactobacillus salivarius</i>	(carne moída e leite integral)	

## PARAPROBIÓTICO

Jansen; Waaij (26) englobaram na definição de probióticos células microbianas mortas, incluindo seus metabólitos. Salminen et al. (27) corroboraram quando incluíram componentes celulares microbianos na definição de probióticos, desde que tenham efeito benéfico na saúde e no bem estar do hospedeiro. Porém, atualmente, a definição de probióticos mais aceita é restrita a produtos que contenham microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (2).

Conseqüentemente, surgiu a necessidade de uma nova terminologia que definisse o uso de microrganismos não viáveis ou suas frações que afetam a saúde de forma positiva. Taverniti; Guglielmetti (5) propuseram o termo paraprobiótico, ou probiótico fantasma, sendo o mesmo definido como células microbianas não viáveis (intactas ou danificadas) ou extratos celulares brutos, ou seja, com composição química complexa. Os paraprobióticos têm a vantagem de serem mais seguros para indivíduos vulneráveis, reduzindo o risco de desenvolvimento de infecções por microrganismos oportunistas, aquisição de virulência ou genes de resistência a antibióticos e translocação bacteriana (28).

Desta forma, mesmo que diversos métodos de inativação tenham sido utilizados, a seleção do mais apropriado dependerá constantemente do microrganismo e do benefício clínico almejado. Cada método pode atingir os componentes estruturais celulares de diferentes formas e atuar na sua atividade imunomoduladora. Então, criteriosamente, deve-se adotar aquele que além de inativar, seja capaz de conservar os efeitos benéficos inicialmente ofertados pelos probióticos (5, 29).

## OBTENÇÃO DOS PARABIÓTICOS



Para a obtenção de paraprobióticos há necessidade de inativação de probióticos, que pode acontecer por variados processos: tratamento térmico (pasteurização, esterilização e tindalização), raios ultravioleta ou gama, alta-pressão, sonicação, liofilização, substâncias químicas (formaldeído, formalina) e ozonização. Entre os tratamentos citados, a aplicação de calor tem sido o mais recorrente para obtenção de estirpes paraprobióticas (30, 5, 31).

A tecnologia utilizada para a sua obtenção tem como objetivo induzir a perda de viabilidade do microrganismo. Isso ocorre após a exposição a elementos que alteram a natureza da célula microbiana (clivagem de DNA) e/ou alteração em suas funções fisiológicas (inativação de enzimas ou da seletividade de membrana) (7) sem romper a membrana bacteriana e a parede celular necessária para manter a estrutura intacta da célula (4).

Desta forma, mesmo que diversos métodos de inativação tenham sido utilizados, a seleção do mais apropriado dependerá constantemente do microrganismo e do benefício clínico almejado. Cada método pode atingir os componentes estruturais celulares de diferentes formas e atuar na sua atividade imunomoduladora. Então, criteriosamente, deve-se adotar aquele que além de inativar, seja capaz de conservar os efeitos benéficos inicialmente ofertados pelos probióticos (5, 29).

A técnica de contagem em placas tem sido utilizada como método para avaliar a viabilidade celular paraprobiótica. Porém, este método quantifica o número de células capazes de multiplicar e formar colônias visíveis em meios de cultura, mas não dispõe de informações sobre a integridade da membrana celular e as funções fisiológicas das células bacterianas não cultiváveis. Para descrição da viabilidade bacteriana a técnica de citometria de fluxo é um método que permite obter informações em relação às propriedades estruturais, metabólicas e genéticas das células bacterianas (32, 33, 34).

Portanto, informações que possam auxiliar na escolha dos processos e condições de inativação considerando o grau de lesão e mecanismo de ação das estirpes paraprobióticas devem ser estudadas (29).

## **VANTAGENS TECNOLÓGICAS DOS PARAPROBIÓTICOS**

Para o desenvolvimento de um produto adicionado de probiótico, algumas exigências são impostas quanto à viabilidade celular bacteriana para exercer os seus efeitos biológicos sobre a saúde. Porém, existem diversos fatores que cooperam para a redução da viabilidade probiótica como componentes da matriz alimentar, o processo de fabricação e o armazenamento a longo prazo (8). Assim, os paraprobióticos são mais efetivos e possuem maior segurança para as aplicações alimentícias que os microrganismos viáveis, porque sua viabilidade não é exigida durante o consumo ou na produção industrial (29).

As vantagens da aplicação dos paraprobióticos em alimentos estão relacionadas com a vida útil estendida sem alterações sensoriais do produto, pois não há interações dos microrganismos com os compostos da matriz alimentar ou ingredientes (7).

Os paraprobióticos podem manter-se estáveis em ampla faixa de pH e de temperatura, o que permite o acréscimo dos mesmos em alimentos mais ácidos e antes do tratamento térmico, o que minimiza as chances de contaminação pós-processamento, economia durante o armazenamento e transporte, pois dependendo do produto, não há necessidade de cadeia de frio (7, 4).

## **PÓS-BIÓTICO**

A definição do termo pós-biótico tem sido razão de discordância entre pesquisadores e vem sendo discutida e atualizada à medida em que os estudos e descobertas avançam (36).

Os pós-bióticos, de forma geral, são subprodutos (metabólitos) dos probióticos e podem ser encontrados naturalmente em alimentos fermentados (37, 29). Como exemplo, tem-se o ácido láctico, peptídeos secundários e muitos outros metabólitos produzidos na fermentação do leite pelas bactérias do ácido láctico, que apresentaram relação com a promoção de saúde (36, 34, 27).

Os pós-bióticos apresentam uma série de ações fisiológicas benéficas no organismos como: anti-inflamatório, antioxidante, anti-hipertensivo, antiproliferativo, antimicrobiano, hipocolesterolêmico e imunomoduladora (37, 29), sendo as mesmas dependentes da estirpe usada na sua obtenção.

Para sua obtenção comercial é necessário a utilização de métodos que causem a ruptura celular microbiana, como os tratamentos térmicos e enzimáticos, seguido de etapas de extração e limpeza (29).

As tecnologias atualmente desenvolvidas para a produção de pós-bióticos são baseadas em provocar a destruição de células de probióticos, utilizando técnicas de ionização, radiação, extração por solvente, tratamentos térmicos, radiação ultravioleta, alta pressão isostática, tratamentos enzimáticos, sonicação, centrifugação, purificação em coluna e liofilização (38).

Alguns estudos têm avaliado a utilização de pós-bióticos em alimentos como uma estratégia para o biocontrole, visando impedir ou pelo menos retardar o crescimento de microrganismos patogênicos ou deterioradores, devido às suas propriedades antimicrobianas. Os principais mecanismos antimicrobianos dos pós-bióticos estão relacionados com a acidificação do citoplasma celular e à formação de poros nas membranas celulares e os antimicrobianos conhecidos são ácidos orgânicos, bacteriocinas, peptídeos, ácidos graxos e compostos de peróxido de hidrogênio (38).

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento de um produto probiótico deve estar de acordo com as exigências preconizadas quanto à viabilidade celular bacteriana a fim de exercer os seus efeitos biológicos sobre a saúde humana. Além disso, existem estudos científicos que expressam a eficácia tecnológica e os efeitos profiláticos dos probióticos, paraprobióticos e pós-bióticos em distúrbios ou doenças, incluindo a redução dos sintomas gastrointestinais, prevenção e controle da obesidade, diabetes e alguns tipos de câncer.

Entretanto, até o momento nenhuma agência reguladora regulamentou o uso de paraprobióticos e pós-bióticos ou determinou parâmetros para alimentos ou suplementos alimentares contendo os mesmos. Entretanto, em alguns países existe algum avanço para formulações pós-bióticas para uso em aplicações médicas ou farmacêuticas. De forma geral, as evidências de estudos pré-clínicos e clínicos demonstram que em diversas situações, dependendo do mecanismo de ação, os efeitos dos probióticos não dependem da viabilidade celular, sugerindo um amplo uso de células probióticas não viáveis (paraprobióticos) ou de pós-bióticos na indústria de alimentos, considerando como vantagens maior segurança e vida útil mais longa dos produtos obtidos. Porém a falta de legislação que estabeleça os parâmetros dificulta a produção e comercialização no Brasil. Além disso, os termos paraprobióticos e pós-bióticos são recentes, sendo necessários mais estudos relacionados aos mesmos.

## REFERÊNCIAS

1. Lopez EM, Corona NR, Malo AL. Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability and effects: a review. *Applied Food Research*. 2023, v.e, n.2, p.100330.
2. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, Sanders ME. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 2014, 11(8), 506-514.
3. Ayichew T, Belete A, Alebachew T, Tsehaye H, Berhanu H, Minwuyelet A. Bacterial probiotics, their importances and limitations: A review. *Journal of Nutrition and Health Sciences*. 2017, 4, 202-209.
4. Toalá JEA, Garcia HA, Montoya MCE, Garcia HS, Cordoba BV, Cordova AFG, Mendoza AH. Efeito modulador do conteúdo intracelular de *Lactobacillus casei* CRL 431 contra o estresse oxidativo induzido por a flatoxina B1 em ratos. *Probióticos e proteínas antimicrobianas*. 2018, 11 (2), 470-477.
5. Taverniti V, Guglielmetti S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: Proposal of paraprobiotic concept). *Genes and Nutrition*. 2011, v. 6, p. 261-274.
6. Zendeboodi F, Khorshidian N, Mortazavian AM, Cruz AG. Probiotic: conceptualization from a new approach. *Current Opinion on Food Science*. 2020.
7. De Almada CN, Almada CN, Martinez, RCR, Sant'Ana AS. Paraprobiotics: Evidence on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. *Trends in Food Science and Technology*. 2016. 58, 96–114.
8. Sarkar S. Whether viable and dead probiotics are equally efficacious?. *Nutrition and Food Science*. 2018. v.48, p. 285-300.
9. Sawada D, Sugawara, T, Nishida Y, Aihara K, Aoki Y, Takehara I, Takano K, Fujiwara S. Effect of continuous ingestion of a beverage prepared with *Lactobacillus gasseri* CP2305 inactivated by heat treatment on the regulation of intestinal function. *Food Res Int*. 2016. v. 79, p. 33-39.
10. Sugawara T, Sawada D, Ishida Y, Aihara K, Aoki Y, Takehara I, Takano K, Fujiwara S. Regulatory effect of paraprobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 on gut environment and function. *Microb Ecol Health Dis*. 2016. v. 27, p.30259.
11. Nishida K, Sawada D, Kawai T, Kuwano Y, Fujiwara S, Rokutan K. Parapsychobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 ameliorates stress-related symptoms and sleep quality. *J Appl Microbiol*. 2017. v. 123, p.1561-1570.
12. Sawada D, Kuwano Y, Tanaka H, Hara S, Uchiyama Y, Sugawa T, Fujiwara S, Rokutan K, Nishida K. Daily intake of *Lactobacillus gasseri* CP2305 relieves fatigue and stress-related symptoms in male university Ekiden runners: a double-blind, randomized, and placebo-controlled clinical trial. *J Funct Foods*. 2019. v.57, p. 465-476.

13. Kim H, Kim HR, Jeong BJ, Lee SS, Kim TR, Jeong JH, Chung DK. Effects of oral intake of kimchi-derived *Lactobacillus plantarum* K8 lysates on skin moisturizing. *Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2015a. v.25, p.74-80.
14. Kim H, Kim HR, Kim NR, Jeong BJ, Lee JS, Jang S, Chung DK. Oral administration of *Lactobacillus plantarum* lysates attenuates the development of atopic dermatitis lesions in mouse models. 2014b. v.53, p.47-52.
15. Kim H, Jeon B, Kim WJ, Chung DK. Effect of paraprobiotic prepared from Kimchi-derived *Lactobacillus plantarum* K8 on skin moisturizing activity in human keratinocyte. 2020. v.75, p.104244.
16. Dash G, Raman NP, Prasad K, Makesh M, Pradeep MA, Sen S. Evaluation of paraprobiotic applicability of *Lactobacillus plantarum* in improving the immune response and disease protection in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Fish & Shellfish Immunology*. 2015. v.43, p.167-174.
17. Zheng X, Duan Y, Dong H, Zhang J. The effect of *Lactobacillus plantarum* administration on the intestinal microbiota of whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*. *Aquaculture*. 2015. v.43, p.167-174.
18. Chuah LO, Foo HL, Loh TC, Alitheen NBM, Yeap SK, Mutalib NEA, Yusoff K. Os metabólitos pós-bióticos produzidos por cepas de *Lactobacillus plantarum* exercem efeitos seletivos de citotoxicidade nas células cancerosas. *Medicina complementar e alternativa BMC*. 2019. v.19, p.114.
19. Singh ST, Kamilya D, Kheti B, Bordoloi B, Parji H. Paraprobiotic preparation from *Bacillus amyloliquefaciens* FPTB16 modulates immune response and immune relevant gene expression in *Catla catla*. *Fish & Shellfish Immunology*. 2017. v.66, p. 35-42.
20. Moraes RM, Lescura CM, Milhan NVM, Ribeiro JL, Silva FA, Anbinder AL. Live and heat-killed *Lactobacillus reuteri* reduce alveolar bone loss on induced periodontitis in rats. *Archives of Oral Biology*. 2020. v.1, p. 103894.
21. Maghsoud F, Johari B, Rohani M, Madanchi H, Saltanapour Z, Kadivar M. NI, M.; MADANCHI, H.; SALTANATPOUR, Z.; KADIVAR, M. Anti-proliferative and Anti-metastatic Potential of High Molecular Weight Secretory Molecules from Probiotic *Lactobacillus Reuteri* Cell-Free Supernatant Against Human Colon Cancer Stem-Like Cells (HT29-ShE). *Internation Journal Of Pepide Research and Therapeutics*, 2020. v. 1, p. 1-13.
22. Li N, Russell WM, Douglas-Escobar M, Hauser N, Lopez M, Neu J. Live and heat-killed *Lactobacillus rhamnosus* GG: Effects on proinflammatory and anti-inflammatory cytokines/chemokines in gastrostomy-fed infant rats. *Pediatr. Res*. 2009. v.66, p. 203-207.
23. Bloise E, Torricelli EM, Novembre R, Borges LE, Carrarelli P, Reis FM, Petraglia F. . Heat-killed *Lactobacillus rhamnosus* GG modulates urocortin and cytokine release in primary trophoblast cells. *Placenta*, 2010. v. 31, p.867-872.
24. Sakai Y, Tsukahara T, Bukawa W, Matsubara N, Ushida K. Cell preparation of *Enterococcus faecalis* strain EC-12 prevents vancomycin-resistant enterococci colonization in the cecum of newly hatched chicks. *Poult. Sci*. 2006. v.85, p. 273-277.
25. Moradi M, Mardani K, Tajik H. Characterization and application of postbiotics of *Lactobacillus* spp. on *Listeria monocytogenes* in vitro and in food models. *LWT*. 2019. v.111, p. 457-464.

26. Janser GJ, Waaij DVD. Prospects of use in opportunistic infections Review of the internal discussion. Germany, 1995.
27. Salminen S, Ouwehand A, Lee YK. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 2021. p. 1-19.
28. Barros CP, Grom LC, Guimarães JT, Balthazar CF, Rocha RS, Silva R, Almada CN, Pimentel TC, Venâncio EL, Junior IC, Maciel PM, Freitas MQ, Esmerino EA, Silva MC, Duarte MCKH, Sant'Ana AS, Criz, AG. Paraprobiotic obtained by ohmic heating added in whey-grape juice drink is effective to control postprandial glycemia in healthy adults. *Food Research International*. 2021. v. 140, p. 109905.
29. Barros CP, Guimarães JT, Esmerino, EA, Duarte MCKH, Silva MC. Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products. *Current Opinion in Food Science*. 2020. v. 32, p. 1-8.
30. Safari MS, Keyhanfar M, Shafiei R. Investigating the antibacterial effects of some Lactobacillus, Bifidobacterium and acetobacter strains killed by different methods on Streptococcus mutans and Escherichia coli. *Mol Biol Res Commun*. 2019. 8(3):103-111.
31. Piqué N, Berlanga M, Miñana-Galbis D. Benefícios de saúde de probióticos mortos pelo calor (Tyndallized): Uma visão geral. *Int J Mol Sci*. 2019. 20(10):2534.
32. Ananta E, Knorr D. Comparação de vias de inativação de Lactobacillus rhamnosus inativado térmico ou de alta pressão ATCC 53103 por análise de citometria de fluxo. *Microbiol de Alimentos*. 2009; 26(5):542-546.
33. Wilkinson MG. Flow cytometry as a potential method of measuring bacterial viability in probiotic products: A review. 2010. *Trends in Food Science and Technology*. v. 78, p.1- 10.
34. Vinderola G, Reinheimer J, Salminen S. The enumeration of probiotic issues: from unavailable standardized culture media to a recommended procedure?. *International Dairy Journal*. 2019. v. 96, p. 58-65.
35. Sarkar A, Mackie AR. Engineering oral delivery of hydrophobic bioactives in real-world scenarios. *Curr Opin Colloid Interface Sci*. 2020;48:40–52.
36. Collado MC, Vinderola G, Salminen S. Postbiotics: fatos e questões em aberto. Um documento de posição sobre a necessidade de uma definição de consenso. *Micróbios de Benef*. 2019; 10(7):711-719.
37. Abd El-Ghany WA. Paraprobiotics and postbiotics: Contemporary and promising natural antibiotics alternatives and their applications in the poultry field. *Open Vet J*. 2020;10(3):323-330.
38. Rad AH, Maleki LA, Kafil HS, Abbasi A. Postbiotics: A novel strategy in food allergy treatment. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021;61(3):492-499.

## ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DE FRUTAS MINIMAMENTE PROCESSADAS EM SUPERMERCADOS DO MUNICÍPIO DE TERESINA-PI

Luan Laerte de Castro Rocha ; Davi de Oliveira Barros ; Luis Ribeiro Paz Neto ; Wesley Fernandes Araújo ; Ravena Carvalho Silva ; Lindalva de Moura Rocha ; Gabriela Almeida de Paula 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: gabrieladepaula@ufpi.edu.br

**Resumo:** Os alimentos minimamente processados, possuem grandes vantagens no seu uso e vem tornando-se cada vez mais uma questão de praticidade e facilidade. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica de frutas minimamente processadas, vendidas em embalagem de isopor e que são comercializadas em redes de supermercado do município de Teresina-PI. Tais supermercados foram codificados pelas letras “C”, “E”, “P”. As análises microbiológicas foram realizadas num período de 3 semanas no mês de setembro de 2022. As análises realizadas foram: determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes (*Escherichia coli*) e pesquisa de *Salmonella ssp.*; seguindo a Instrução Normativa do Ministério da Saúde nº 161 estabelecida na RDC nº 724/2022, utilizando-se da técnica do número mais provável (NMP). Os resultados obtidos mostraram contaminação por Coliformes Totais no valor >1100 NMP/g em todas as amostras de melão analisadas. No quesito de Coliformes Termotolerantes em uma determinada amostra, também de melão do supermercado “P”, foi detectado um valor bem acima do que se pede na legislação, o que pode causar um risco a saúde pública dos consumidores de tais locais. O supermercado “P” também apresentou índices superiores aos tolerados pela legislação vigente em relação as outras amostras analisadas quanto a presença Coliformes Totais sendo assim também impróprias para o consumo, já na análise de *Salmonella ssp.* não foram detectadas a presença de nenhum tipo desse patógeno, estando as amostras em concordância com a legislação atual. Contudo, faz-se necessário a utilização de boas práticas de manipulação, fabricação e higiene nos estabelecimentos pesquisados.

**Palavras-chave:** alimentos; contaminação; coliformes; legislação; patógeno



## INTRODUÇÃO

Os alimentos minimamente processados, possuem grandes vantagens no seu uso e vem tornando-se cada vez mais uma questão de praticidade e facilidade. As frutas minimamente processadas são vendidas em feiras, supermercados e afins, e já vem pronta para o consumo “in natura” sem precisar cozinhar ou se utilizar de qualquer outro tipo de cocção no seu preparo e degustação. Esse modo de comercialização de frutas também acaba auxiliando a indivíduos que possuem algum tipo de deficiência Físico-motora, pois isso facilita muitas pessoas com essas condições, que podem não ter força, visão e até coordenação nas mãos para fazer o preparo desse tipo de alimento mesmo que de forma mais simples.

O processamento mínimo é feito por etapas, começando na seleção das frutas, passando pela lavagem, descascamento, corte, embalagem e por fim armazenamento (1, 2, 3). De acordo com Cruz *et al.* (4), a segurança microbiológica do produto minimamente processado passa, obrigatoriamente, pelas condições higiênico sanitárias do pessoal, utensílios, equipamentos envolvidos no processamento, além da estrutura da instalação.

De acordo com a *International Fresh Cut Producers Association* (IFPA), as frutas e hortaliças minimamente processadas são modificadas fisicamente, mas mantém o seu estado fresco. Ou seja, o processamento mínimo de frutas é realizado por etapas em que consiste basicamente de os frutos passarem por determinadas alterações físicas, podendo ser uma ou mais, como lavagem, tirar a casca ou não, e fazer o corte em fatias (5).

Todavia em outros casos, pode-se utilizar também tratamento com químicos, tornando o alimento apto para a sua ingestão ou preparo. Para Oliveira *et al.* (6), o processamento mínimo tem como objetivo principal de prolongar de alguma forma a vida útil de determinados alimentos, mas claro isso está relacionado com outros fatores, que vai desde a matéria-prima e os cuidados no preparo principalmente na questão da higiene.

A contaminação de alimentos minimamente processadas, principalmente em frutas podem ocorrer durante a operação de cortes e fatiamento em que os patógenos presentes nas superfícies dessas frutas ou até mesmo nas mãos dos manipuladores e/ou das bancadas de manipulação passam para o produto (3). Com isso podemos inferir que, o manuseio sob condições inadequadas de higiene durante o processamento, associado ao aumento dos danos aos tecidos e à higienização insatisfatória dos equipamentos, contribui para uma grande quantidade da população microbiana em vegetais.

Por isso a alimentação é algo que tem que ser visto com extrema importância e cuidado, principalmente na questão sanitária, pois cerca de 250 tipos de doenças alimentares são conhecidos e muitas dessas doenças são provocados por microrganismos patogênico, o que pode provocar na espécie humana vários problemas sérios de saúde pública e inúmeros prejuízos de ordem econômica e até mesmo sociais em um determinado local ou região. Essas síndromes, transmitidas por esses microrganismos são conhecidas como Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) ou Doenças Veiculadas por Alimentos (DVA) (7).

Para Oliveira *et al.* (7), quando um indivíduo ou um grupo deles, apresenta sintomas parecidos ou mesmo igual após a ingestão de alimentos contaminados por microrganismos patogênicos e provenientes de uma determinada fonte comum, é correto afirmar que existe aí uma possível DTA, se for de algum patógeno extremamente virulento como o *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli* (*E. coli*), entende-se que apenas um único caso pode ser considerado um surto.

Um outro patógeno de importância e indicador da qualidade alimentar é a *Salmonella spp.* encontrado no meio ambiente e até em animais domésticos ou não. É um dos enteropatógenos mais envolvidos em casos de surtos de contaminação alimentar em vários países, incluindo o Brasil. Por sua associação com um grande número de alimentos, seja de origem animal ou vegetal, muitas pessoas são acometidas por esse patógeno e em casos mais graves costumam ter complicações decorrentes do mesmo podendo levar a óbito. A infecção de origem alimentar causada por *Salmonella spp.* provoca enjoos, vômito, mal estar, além de dor de barriga e febre (8, 9, 10).

Grande parte dos surtos ou de casos de DTA estão relacionados com o consumo de alimentos aparentemente normais, sem odor, com boa aparência e frescos, sem qualquer alteração organoléptica perceptível a olho nu. Na degradação dos alimentos a quantidade de microrganismo muitas vezes é menor do que a dose de patógenos alimentares infectantes explicando assim o porquê desse fato. Assim, fica difícil ou até mesmo impossível saber qual alimento pode provocar algum tipo de doença ou surto se eles têm uma aparência e características iguais a um alimento que esteja livre desses patógenos perigosos a saúde.

A grande maioria dos casos de DTA nem chegam as autoridades sanitárias competentes e isso se deve pelo fato de que os sintomas dessas doenças muitas vezes venham de forma mais fraca ou até mesmo passageiras, assim muitas pessoas não procuram auxílio médico (11). Com isso em muitos lugares ao redor do planeta, os surtos notificados desse tipo de problema ocorrem quando um considerável número de pessoas, estejam com os mesmos sintomas e de forma mais prolongada.

No Brasil a Instrução Normativa de nº 161 presente na RDC 724 de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece que as frutas minimamente processadas tenham controle microbiológico através das pesquisas de *Salmonella Spp.* e *Escherichia coli* (12, 13). Além disso, no intuito de minimizar e até mesmo prevenir os riscos microbiológicos, é de vital importância a implantação do programa de Boas Práticas de Fabricação, estabelecido pela Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997 da ANVISA (14).

Outro forma também recomendada para um controle de higiene e a qualidade dos produtos é o Sistema de Análise de Perigos e de Pontos Críticos de Controle (APPCC), aconselhado pela Organização Mundial de Saúde, que tem como objetivo a avaliação de todas as etapas envolvidas na produção de um alimento, desde a obtenção das matérias-primas até o uso pelo consumidor final (15).

Nesse sentido, o objetivo é avaliar a qualidade microbiológica de frutas minimamente processadas, vendidas em embalagem de isopor e que são comercializadas em redes de supermercado do município de Teresina-PI.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Obtenção das frutas**

As amostras de frutas minimamente processadas, foram obtidas em diferentes redes de supermercado (“C”, “E”, “P”) sendo de abrangência nacional e local, localizadas no município de Teresina- PI em setembro de 2022, as frutas coletadas foram: abacaxi pérola (*Ananas comosus*), goiaba vermelha (*Psidium guajava*), e o melão amarelo (*Cucumis melo L.*), e todas as amostras estavam em balcões ou freezers verticais refrigerados, lembrando que de cada supermercado foi coletado aleatoriamente um representante de cada uma das frutas listadas acima, totalizando 3 amostras por espécie de frutas e 9 amostras no total geral.

Após a obtenção, as frutas minimamente processadas foram transportadas lacradas em suas embalagens originais que consistia de bandejas de poliestireno expandido (isopor) e cobertas com filme de polivinilcloreto (PVC) e cortadas em fatias, até o laboratório de microbiologia dos alimentos situado no NUEPPA (Núcleo de Estudos Pesquisas e Procedimentos de Alimentos) no CCA (Centro de ciências agrárias) da UFPI (Universidade Federal do Piauí) campus Teresina, para o início das análises microbiológicas pertinentes a este tipo de produto de acordo com a legislação vigente.

As embalagens com sua respectiva fruta e a bancada de análise do laboratório de microbiologia foram higienizadas com auxílio de algodão e álcool 70 (álcool etílico hidratado 70° INPM). Nessa concentração, o álcool desidrata a parede celular do microorganismo, podendo penetrar no seu interior, onde irá desnaturar proteínas, fato que não ocorre quando se utiliza o álcool acima ou abaixo dessa concentração ideal, e com isso matando qualquer microrganismo que esteja presente naquela bandeja ou bancada de análise, em seguida fez-se a abertura das embalagens com lâmina de bisturi e fez-se o corte das frutas e em seguida a pesagem de 25g de cada amostra de fruta.

### **Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas seguindo a instrução normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, nos termos da Resolução de Diretoria Colegiada presentes na RDC nº 724, de 1º de julho de 2022 da ANVISA que estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos (12, 13). Foi realizada determinação de coliformes totais e termotolerantes a 37 °C e 45 °C, respectivamente, e foi utilizado o método da *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (16), do número mais provável (NMP). Já no quesito de determinação da ausência ou presença de salmonela será empregado o método segundo Silva et al. (17).

### **Diluição das amostras**

Inicialmente pesou-se 25 g da amostra de cada fruta e foi adicionada em um frasco contendo 225 ml de água peptonada 0,1% esterilizada e homogeneizada, obtendo-se assim a diluição  $10^{-1}$ . A seguir foi feita diluições decimais em série até a diluição  $10^{-3}$ . A diluição  $10^{-2}$  foi obtida retirando-se 1,0 ml da diluição  $10^{-1}$ , que foi transferido para um tubo de Falcon contendo 9,0 ml de água peptonada 0,1%. Posteriormente a diluição  $10^{-3}$  foi obtida retirando-se 1,0 ml dessa segunda mistura ( $10^{-2}$ ), que foi transferida para um segundo tubo de Falcon contendo 9,0 ml de água peptonada 0,1%.

As análises para a determinação de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas em triplicata. Assim sendo cada amostra de fruta, totalizando 3, consistiram de nove repetições cada, sendo três (Tubos 1, 2, 3) na diluição  $10^{-1}$ , três na diluição  $10^{-2}$  (tubos 4, 5, 6) e mais três na diluição  $10^{-3}$  (Tubos 7, 8, 9) gerando assim 27 subamostras em cada semana analisada, como foram 3 semanas de análises no final foi obtido 81 subamostras ao total. Essas 81 amostras obtidas contendo meio de cultura Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) passaram pelo teste presuntivo e/ou sugestivo de coliformes totais e termotolerantes, assim como também os resultados dos testes confirmativos.

### **Teste presuntivo de coliformes totais e termotolerantes**

A análise de coliformes foi realizada por meio dos tubos múltiplos, onde alíquotas de 1,0 ml de cada diluição ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foram inoculadas em séries de três tubos, contendo 9,0 ml do meio de cultura LST, com tubo de Durham invertido.

Após a inoculação os tubos de ensaio foram incubados em estufa a 37°C por 48 horas. Sendo que a primeira observação foi realizada após decorrido as primeiras 24 horas de os tubos serem levados a estufa. Os tubos com LST que, após 48 horas, apresentaram turvação do meio de cultura com formação de gás no tubo de Durham, foram presuntivamente considerados positivos. Apenas turvação do meio sem presença de gás nos tubos de Durham não foram considerados positivos.

### **Teste confirmativo para coliformes totais**

Para a confirmação de coliformes totais, alíquotas dos tubos com o meio LST que foram considerados positivos, foram inoculadas com o auxílio de uma alça de níquel-cromo em tubos na mesma quantidade dos positivados pelo LST contendo o meio de cultura Caldo Verde Brilhante Lactose Bile 2% (VB). Realizada a inoculação, procedeu-se a incubação do meio VB em estufa a 37°C por 24/48h.

Após esse período foram considerados positivos os tubos que apresentaram turvação do meio de cultura com produção de gás no tubo de Duran. Os resultados foram baseados na proporção de tubos confirmados que exibiram produção de gás para as três diluições consecutivas, e expressos como NMP de coliformes totais/g ou ml de amostra, após consulta de tabela própria.

### **Teste confirmativo para coliformes termotolerantes (fecais) (*Escherichia coli*)**

O processo para a confirmação de coliformes termotolerantes segue os mesmos passos realizados para a determinação de coliformes totais, porém, o meio de cultura utilizado para essa finalidade é o Caldo E. Coli (EC).

Os tubos de ensaio foram incubados em banho-maria a 45°C por 24/48 horas. Os tubos em que o meio de cultura apresentou turvação com produção de gás no tubo de Duran foram considerados positivos para coliformes termotolerantes. Ou seja, tubos onde ocorreram apenas turvação do meio de cultura, mas não houve produção de gás, foram considerados negativos. Os resultados são expressos como NMP/g ou ml de alimento, considerando as três últimas séries com tubos positivos e posterior consulta à tabela de referência.

### **Teste confirmativo para Salmonella**

A contagem de *Salmonella spp.* foi realizada de acordo com o ensaio de presença ou ausência. Utilizando o enriquecimento em caldos seletivos (SC/RP), 1,0 ml da amostra na diluição 10<sup>-1</sup>, foi transferido para tubo de ensaio contendo 10 ml de Caldo Selenito Cistina (SC) e 0,1 ml da amostra transferido para tubo de ensaio contendo 10 ml de Caldo Rappaport (RP). Posteriormente as amostras foram homogeneizadas e incubadas a 37°C e 45°C por 24horas.

Após a incubação, a partir dos caldos seletivos de enriquecimento, foi inoculada uma alçada de cada tudo contendo os meios SC e RP, realizando-se estrias de esgotamento em placas de Petri contendo dois meios de culturas distintos: Hektoen Enteric Agar (HE) e Salmonella Shigella Agar (SS). As placas foram incubadas e invertidas a 37°C por 24 horas.

Para a determinação de presença de *Salmonella spp.* foram consideradas as placas que apresentaram desenvolvimento de colônias verdes ou azuladas com centro preto, nas placas contendo o meio HE. No meio de cultura SS, a determinação da presença será considerada de acordo com a formação de colônias incolores com centros pretos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 a seguir é demonstrada a evolução dos resultados microbiológicos de cada amostra de frutas nos diferentes meios de cultura utilizados.

Tabela 1 - Resultados das análises microbiológicas das amostras de frutas, de acordo com suas respectivas identificações, diluição, meio de cultura e o período em que foram realizadas as leituras

<b>Presuntivo Coliformes Totais</b>					
<b>Meio de cultura: Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) – 48 h</b>					
<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>
AP 1 (+)	AP 4 (+)	AP 7 (+)	AE 1 (+)	AE 4 (-)	AE 7 (-)
AP 2 (+)	AP 5 (+)	AP 8 (+)	AE 2 (+)	AE 5 (+)	AE 8 (+)
AP 3 (+)	AP 6 (+)	AP 9 (+)	AE 3 (+)	AE 6 (+)	AE 9 (+)
<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>
AC 1 (+)	AC 4 (-)	AC 7 (-)	GP 1 (+)	GP 4 (+)	GP 7 (-)
AC 2 (+)	AC 5 (-)	AC 8 (-)	GP 2 (+)	GP 5 (+)	GP 8 (-)
AC 3 (+)	AC 6 (-)	AC 9 (-)	GP 3 (+)	GP 6 (+)	GP 9 (+)
<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>
GE 1 (-)	GE 4 (-)	GE 7 (-)	GC 1 (+)	GC 4 (-)	GC 7 (-)
GE 2 (-)	GE 5 (-)	GE 8 (-)	GC 2 (-)	GC 5 (-)	GC 8 (-)
GE 3 (-)	GE 6 (-)	GE 9 (-)	GC 3 (+)	GC 6 (-)	GC 9 (-)
<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>
MP 1 (+)	MP 4 (+)	MP 7 (+)	ME 1 (+)	ME 4 (+)	ME 7 (+)
MP 2 (+)	MP 5 (+)	MP 8 (+)	ME 2 (+)	ME 5 (+)	ME 8 (+)
MP 3 (+)	MP 6 (+)	MP 9 (+)	ME 3 (+)	ME 6 (+)	ME 9 (+)
	<b>Diluição 10<sup>-1</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-2</sup></b>	<b>Diluição 10<sup>-3</sup></b>		
	MC 1 (+)	MC 4 (+)	MC 7 (+)		
	MC 2 (+)	MC 5 (+)	MC 8 (+)		
	MC 3 (+)	MC 6 (+)	MC 9 (+)		
<b>Amostras com presença de Coliformes Totais</b>					
<b>Meio de cultura: Caldo Verde Brillhante Lactose Bile 2% (VB) – 48 h</b>					
AP 1	AP 5	AE 1	GP 1	GP 5	
AP 2	AP 7	AE 2	GP 2	GP 6	
AP 3	AP 8	AE 3	GP 3	GC 1	
AP 4	AP 9	AE 5	GP 4	GC 3	
MP 1	MP 6	ME 2	ME 7	MC 3	MC 8
MP 2	MP 7	ME 3	ME 8	MC 4	MC 9
MP 3	MP 8	ME 4	ME 9	MC 5	
MP 4	MP 9	ME 5	MC 1	MC 6	
MP 5	ME 1	ME 6	MC 2	MC 7	
<b>Amostras com presença de Coliformes termotolerantes (<i>E. coli</i>)</b>					
<b>Meio de cultura: Caldo <i>E. coli</i> (EC)– 48 h</b>					
AP 1	GC 1	MP 1	MP 6	ME 2	MC 4
AP 2		MP 2	MP 7	ME 3	MC 6
AP 3		MP 3	MP 8	ME 4	MC 8
AP 4		MP 4	MP 9	MC 1	
AP 6		MP 5	ME 1	MC 2	

Legenda: (A, M, G) inicial do nome da fruta / (C, E, P) identificação do supermercado; (+) positivo para o microrganismo; (-) negativo para o microrganismo.

### Coliformes Totais e Termotolerantes.

Na tabela 2 a seguir é apresentado o resultado para coliformes totais em NMP/g e o padrão microbiológico exigido pela ANVISA.

Tabela 2 - Número Mais Provável por grama de Coliformes Totais e respectivos intervalos de confiança das análises microbiológicas das amostras de frutas

Amostra de fruta	NMP/g		Intervalo de confiança (95%)	
	Resultado	Padrão	Inferior	Superior
AP	290	10-100	90	1000
AE	43	10-100	9	180
AC	< 3,0	10-100	-	9,5
GP	240	10-100	42	1000
GE	< 3,0	10-100	-	9,5
GC	9,2	10-100	1,4	38
MP	> 1100	10-100	420	-
ME	> 1100	10-100	420	-
MC	> 1100	10-100	420	-

Após análises, os seguintes resultados para coliformes totais (VB), apresentou os valores de NMP superiores a > 1100 NMP/g para todas as amostras de melão (M.C/ M.E/ M.P) de todos os supermercados analisados, estando acima do que foi recomendado pela legislação brasileira que estabelece na Instrução Normativa nº 161/2022 da ANVISA, que o limite superior é M=100 (12), sendo, portanto, considerado um resultado insatisfatório.

Nesse caso em específico, sabe-se que frutas como o melão por sua baixa acidez favorece a microbiota bacteriana o que poderia “explicar” esses números mais elevados do que as outras frutas, mas deve-se levar em consideração que outras frutas com elevada acidez também apresentaram um número mais elevado do que o normal, o que corrobora a falta das boas práticas de fabricação dos estabelecimentos, principalmente o supermercado “P” que todas as amostras estavam além do recomendado.

Nas amostras de abacaxi esses números variaram entre < 3,0 a até 290 NMP/g sendo a amostra A.C do supermercado “C” o de menor valor (< 3,0 NMP/g) e, portanto, de qualidade aceitável. A amostra A.E do supermercado “E” dentro do padrão exigido com (43 NMP/g) com uma observação em relação ao seu limite superior do IC está acima do limite estabelecido, e o de maior valor a amostra A.P (290 NMP/g) do supermercado “P” fora do limite máximo e com um resultado de qualidade considerada inaceitável.

Nas amostras de goiaba os valores ficaram no intervalo entre < 3,0 a até 240 NMP/g e em relação a isso a amostra G.C do supermercado “C” (92 NMP/g) ficou bem próximo do limite máximo, mas dentro do permitido e, portanto, aceitável segundo a legislação, e a amostra G.E do supermercado “E” nem foi detectado no teste presuntivo LST, mostrando assim não haver nenhum tipo de contaminação por coliformes totais nessa amostra de fruta. Na amostra G.P (240 NMP/g) do supermercado “P” ultrapassou o recomendado pela legislação vigente sendo considerado também um resultado insatisfatório.

Na tabela 3 a seguir, resultado para coliformes termotolerantes em NMP/g e seus respectivos intervalos de confiança, assim como o padrão microbiológico exigido pela ANVISA.

Tabela 3 - Número Mais Provável por grama de Coliformes Termotolerantes e respectivos intervalos de confiança das análises microbiológicas das amostras de frutas

Amostra de fruta	NMP/g		Intervalo de confiança (95%)	
	Resultado	Padrão	Inferior	Superior
AP	93	10-100	18	420
AE	< 3,0	10-100	-	9,5
AC	< 3,0	10-100	-	9,5



<b>GP</b>	< 3,0	10-100	-	9,5
<b>GE</b>	< 3,0	10-100	-	9,5
<b>GC</b>	3,6	10-100	0,17	18
<b>MP</b>	> 1100	10-100	420	-
<b>ME</b>	43	10-100	9	180
<b>MC</b>	28	10-100	8,7	94

Para os coliformes termotolerantes (EC), foram observados uma variação de < 3,0 a até > 1100 NMP/g de coliformes no geral de todas as amostras, começando pelo melão foi identificado que as amostras M.C (28 NMP/g) e M.E (43 NMP/g) ficaram dentro da faixa estabelecida no padrão microbiológico da ANVISA, com uma observação na amostra M.E por seu limite superior do IC (intervalo de confiança) ultrapassar o recomendado pelo padrão.

Sendo então consideradas um resultado satisfatório e de qualidade aceitável, o mesmo não ocorreu na amostra M.P (>1100 NMP/g) do supermercado “P” que apresentou um valor alto em relação ao limite vigente e mostrou um alto índice de contaminação por coliformes termotolerantes, apresentando um resultado insatisfatório e de qualidade inaceitável e sendo imprópria para consumo.

De acordo com Pinheiro *et al.* (5) foi observado que na presença de coliformes termotolerantes em frutos minimamente processados, elas tiveram contato direto e/ou indireto com fezes, já que a *E. coli* não faz parte da microflora de produtos considerados frescos, porque seu habitat ideal é o intestino do homem e animais de sangue quente, e várias cepas de *E. coli* são patogênicas ao homem.

Nas amostras de abacaxi a pesquisa mostrou que as amostras A.C (< 3,0 NMP/g) e A.E (< 3,0 NMP/g) respectivamente dos supermercados “C” e “E” estavam com índices bem baixos do exigido mostrando um resultado satisfatório e com qualidade aceitável, com relação a amostra A.P (93 NMP/g) do supermercado “P”, que apesar de estar dentro da faixa recomendada, está muito próximo do limite estabelecido nesse quesito, pode ser considerado um resultado de qualidade intermediária em que seu índice Superior do IC está acima do recomendado. Diferindo dos resultados encontrados na goiaba em que as três amostras dos supermercados analisados (G.C / G.E / G.P) obtiveram valores abaixo do mínimo exigido na legislação e assim considerados um resultado satisfatório e com qualidade aceitável.

Então como foi observado em acordo com a legislação e a instrução normativa vigente, as amostras de melão apresentaram no geral os piores resultados para a o ensaio de coliformes totais e termotolerantes. Sendo assim, essas amostras estavam impróprias para a comercialização e o consumo humano. Segundo Smanioto *et al.* (18), em suas avaliações de qualidade microbiológica de frutas que foram minimamente processadas, obtiveram, para melões e kiwis que passaram por esse processo, valores de coliformes totais a 35°C também superiores a > 1100 NMP/g, também acima da legislação vigente.

Após os resultados tanto para coliformes totais quanto para os termotolerantes podemos inferir que os supermercados “C” e “E” de forma geral cumpriram o que se pede na legislação, a exceção ficou por conta das amostras de coliformes totais no melão, que como já foi mostrado é mais suscetível ao ataque de microrganismos o que em parte pode explicar essa discrepância em relação as outras amostras de frutas e não somente a falta das boas práticas de fabricação em si.

O mesmo não aconteceu no supermercado “P” que apresentou valores acima do que se recomenda nos Coliformes Totais de todas as amostras de frutas analisadas e também para os termotolerantes do melão, demonstrando uma alta contaminação desses alimentos e assim

ficando claro a falta das práticas de boas maneiras de fabricação no estabelecimento correspondente.

### **Análise de Salmonella**

Na tabela 4 a seguir, apresenta o resultado para presença ou ausência de *Salmonella spp.* em 25g da amostra, assim como o padrão microbiológico exigido pela ANVISA.

Tabela 4 - Detecção de presença ou ausência de *Salmonella spp.* e respectivo padrão microbiológico recomendado pela ANVISA das análises das amostras de frutas

<b>Amostra de fruta</b>	<b>(Salmonella/25g)</b>	
	<b>Resultado</b>	<b>Padrão</b>
<b>AP</b>	Ausente	
<b>AE</b>	Ausente	
<b>AC</b>	Ausente	
<b>GP</b>	Ausente	
<b>GE</b>	Ausente	Ausente
<b>GC</b>	Ausente	
<b>MP</b>	Ausente	
<b>ME</b>	Ausente	
<b>MC</b>	Ausente	

Conforme a tabela acima, em todas as amostras analisadas, seja para o abacaxi, goiaba ou melão não foi detectado a presença de colônias características para salmonelas, seja na análise no meio de cultura SS (Ágar Salmonella Shigella) ou mesmo no HE (Ágar entérico de Hektoen). Estando assim em conformidade com o que preconiza a Instrução Normativa nº 161/2022 do ministério da saúde (12), em que ficou estabelecido a ausência de salmonela em 25 gramas de amostra. Sendo assim com relação exclusivamente a salmonela, as amostras estavam próprias para a comercialização e o consumo humano sem nenhum problema.

É importante ser mencionado que as placas de petri contendo os meios de cultura HE e SS apresentaram o surgimento de outras colônias de microrganismos após a conclusão do tempo de incubação, mas eram características diferentes daquelas que identificam o gênero *Salmonella spp.* nos respectivos meios utilizados, como pode ser visto na Figura 1.

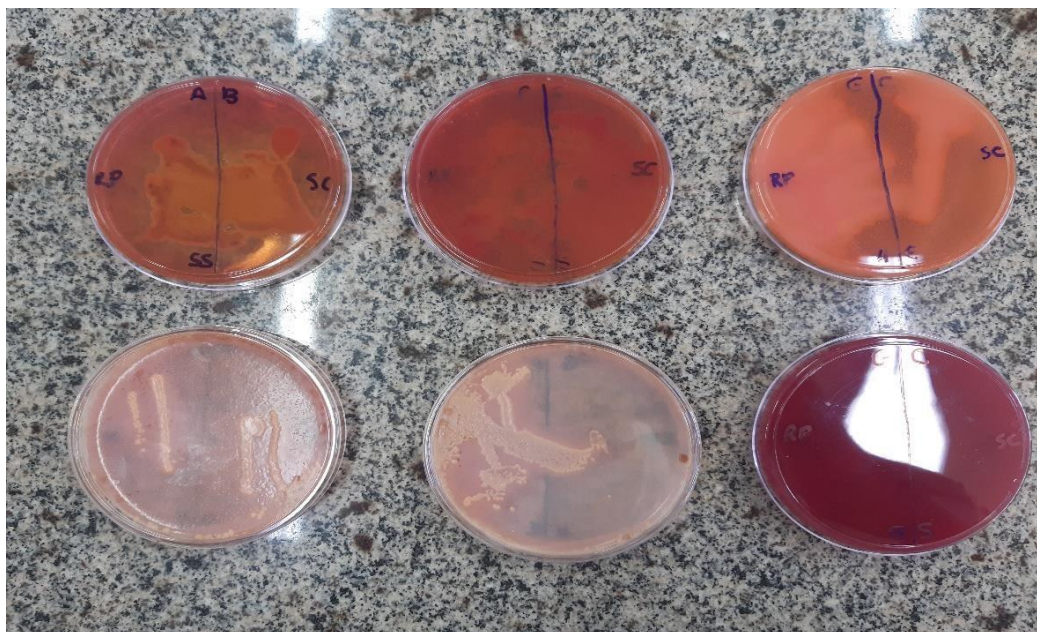


Figura 1 - Resultado de análise de *Salmonella spp.* em placas de petri nos dois meios de cultura (SS/HE) utilizados.

## CONCLUSÕES

As amostras de melão dos supermercados analisados (“C”, “E”, “P”) apresentaram índices significativos de contaminação para coliformes totais e em especial o supermercado “P” também para os termotolerantes (*E. coli*) sendo considerados assim como impróprios para o consumo. O supermercado “P” também apresentou índices superiores aos tolerados pela legislação vigente em relação as outras amostras analisadas para as amostras de abacaxi e de goiaba quanto a presença Coliformes Totais sendo assim também inapropriadas para o consumo.

Em nenhuma das amostras dos estabelecimentos comerciais analisados foi detectado a presença de *Salmonella spp.* estando assim em conformidade com a legislação que pede a ausência desse tipo de microrganismo. Faz se necessário a implantação de programas de certificação e de boas práticas de manipulação, fabricação e higiene em estabelecimentos que trabalham com produtos minimamente processados.

Por fim, destaca-se que o presente trabalho tem apenas um caráter indicativo e informativo, sem qualquer relação com fiscalização ou órgãos fiscalizadores competentes. Recomenda-se uma pesquisa mais aprofundada a respeito desse assunto para uma melhor conclusão.

## AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem ao Núcleo de Estudos, Pesquisa e Processamento de Alimentos da Universidade Federal do Piauí (NUEPPA/UFPI) e a sua equipe de profissionais pelo apoio técnico.

## REFERÊNCIAS

1. Bastos MSR. Processamento mínimo de frutas / Maria do Socorro Rocha Bastos. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

2. Moretti CL. Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças /Celso Luiz Moretti - Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.
3. Rosa O, Carvalho E, Dionizio F, Dionizio F, Ribeiro, A. Presença de *Staphylococcus aureus* em vegetais minimamente processados. Anais do II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa, 2000.
4. Cruz AGD, Cenci AS, Maia MCA. Pré-requisitos para implementação do sistema APPCC em uma linha de alface minimamente processada. Food Science and Technology. 2006;26:104-109.
5. Pinheiro NMDS, Figueiredo EATD, Figueiredo RWD, Maia GA, Souza PHMD. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. Revista Brasileira de Fruticultura. 2005;27:153-156.
6. Oliveira AM, Gonçalves MO, Shinohara NKS, Stamford TLM. Manipuladores de alimentos: um fator de risco. Revista Higiene Alimentar. 2003;17:114/115:12-17.
7. Oliveira ABA, Paula CMD, Capalonga R, Cardoso MRI, Tondo EC. Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: umarevisão. Revista HCPA. 2010;30:3:279-285.
8. Cardoso TG, Carvalho VM. Toxinfecção alimentar por *Salmonella* spp\* Foodborne disease caused by *Salmonella* spp. Rev Inst Ciênc Saúde. 2006;24:2:95-101.
9. Silva MCDD, Ramalho LS, Figueiredo ETD. (2004). *Salmonella* sp em ovos e carcaças de frango in natura comercializadas em Maceió, AL. Hig. Aliment. 2004;80-84.
10. Shinohara NKS, Barros VBD, Jimenez SMC, Machado EDCL, Dutra RAF, Lima Filho, JLD. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. Ciência & saúde coletiva. 2008;13:1675-1683.
11. Poulsen, LK. Hints for diagnosis. In: Food Allergy: Molecular Basis and Clinical Practice. Karger Publishers, 2015.
12. Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos de alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.
13. Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF.
14. Brasil, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. "Condições Higienicossanitárias e de Boas

Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos"

15. Pierson MD. HACCP: principles and applications. Springer Science & Business Media, 2012.
16. Salfinger Y, Tortorello ML. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. American Public Health Association, 2015.
17. Silva N, Junqueira VCA, Silveira NFA, Taniwaki MH, Santos RFS, Gomes RAR. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos. 3 ed – São Paulo: Livraria Varela, 2007.
18. Smanioto F, Pirollo NJ, Simionato EMRS, Arruda MC. Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas. Revista Instituto Adolfo Lutz. 2009;68:1:50-54.

## MICROBIOLOGIA NO PROCESSAMENTO DE PÃES E MASSAS ALIMENTÍCIAS

Aline Moura Freire \*; Luciene Dias Santos Silva ; Dr<sup>a</sup> Nataly de Almeida Costa ; Dr. Maurílio Lopes Martins ; Dr. Bruno Ricardo de C. Leite Jr. 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [alinemfreire@yahoo.com.br](mailto:alinemfreire@yahoo.com.br)

### Resumo:

A microbiologia é importante no processamento de produtos de panificação, ressaltando seu papel na fermentação durante a produção de pães. A fermentação natural de pães, conhecida como *Sourdough*, tem ganhado popularidade, explorando misturas únicas de microrganismos presentes naturalmente na farinha e no ambiente. Além disso, a inclusão de probióticos em produtos à base de cereais, como pães e massas alimentícias, é uma alternativa interessante devido o amplo consumo desses produtos. Contudo, essa prática enfrenta desafios significativos devido às elevadas temperaturas a que esses itens são submetidos durante o processo de fabricação. Para superar esses desafios, tecnologias como a microencapsulação e a utilização de bactérias formadoras de esporos estão sendo exploradas para garantir a viabilidade dos probióticos. Em termos de contaminações microbiológicas mais comuns em pães e massas alimentícias, podem ser citados os fungos, incluindo os produtores de micotoxinas, e algumas bactérias, incluindo as formadoras de esporos. Nesse sentido, a implementação de medidas preventivas ao longo de todas as etapas, desde a obtenção da matéria-prima até o processamento e armazenamento desses produtos, se torna necessária para assegurar a qualidade e a segurança dos mesmos. Esta revisão destaca o papel da microbiologia em pães e massas alimentícias, sendo seu estudo relevante no controle de qualidade, segurança alimentar, funcionalidade e vida útil destes produtos.

**Palavras-chave:** deterioração; fermentação; probióticos; produtos à base de cereais;



## INTRODUÇÃO

Farinha de trigo, massas e produtos de panificação são considerados mundialmente essenciais para a nutrição humana, pois são uma importante fonte de macronutrientes (principalmente carboidratos e proteínas), micronutrientes (vitaminas e minerais), fibra alimentar e antioxidantes (1).

Na produção de pães, a fermentação da massa é uma etapa fundamental, pois exerce influência direta na qualidade do produto final (2). Nesta etapa, ocorre o crescimento da massa do pão, quando os açúcares liberados pela hidrólise do amido são consumidos por *Saccharomyces cerevisiae* gerando principalmente gás carbônico e etanol (3).

A fermentação natural tem se tornado cada vez mais popular para produção de pães artesanais. Os sistemas *Sourdough* exploram misturas únicas de microbiota (bactérias e leveduras) que estão naturalmente presentes na farinha e no ambiente durante a fabricação do pão. Embora todos os sistemas de massa fermentada tenham altas concentrações de bactérias formadoras de ácido láctico (espécies *Lactobacillus*- LAB), há uma grande diversidade na composição da microbiota (4).

As massas alimentícias são famosas mundialmente pela facilidade de preparo, baixo custo, prazo de validade satisfatório e bons atributos sensoriais (5). Suas origens provavelmente remontam a vários séculos antes do nascimento de Cristo na China antiga. O valor nutricional da massa varia de acordo com os ingredientes com que é produzida. Pesquisas sobre o aumento do valor nutricional das massas são abundantemente relatadas na literatura científica (6). Exemplos comuns de massa alimentícia são as massas de espaguete, lasanha, rissole, entre outras.

Alimentos assados à base de cereais (como massas e pães) como são consumidos diariamente podem fornecer ingredientes funcionais, como probióticos. Os produtos probióticos à base de cereais são uma alternativa aos típicos em laticínios e possuem a vantagem de não requer temperaturas refrigeradas para sua distribuição e armazenamento (7).

O principal desafio de incorporar probióticos a produtos à base de cereais, é garantir que os mesmos permanecerão vivos, uma vez que altas temperaturas são aplicadas durante o processamento destes produtos. Estudos tem sido realizados para incluir probióticos nos alimentos à base de cereais por meio de filmes comestíveis microencapsulados, via coberturas de chocolate e pela utilização de culturas formadoras de esporos (7).

Nos alimentos à base de cereais, pode ocorrer o crescimento de vários microrganismos deteriorantes, principalmente quando estes são mantidos em locais com níveis inadequados de umidade e temperatura. Os principais microrganismos preocupantes nestes produtos são os fungos e algumas bactérias, incluindo formadoras de esporos (8).

Diante do exposto, o presente texto tem como objetivo evidenciar a importância da microbiologia no processamento de pães e massas alimentícias e destacar os principais microrganismos deteriorantes destes produtos.

## 1. Microbiologia no Processamento de Pães e Massas Alimentícias

### 1.1. Fermentação Tradicional e Fermentação Natural (*Sourdough*) em pães

Estudos mostram que a arte de fazer pão fermentado desenvolveu-se de modo mais abrangente durante a Antiguidade e era medieval, difundindo-se em todo o Mediterrâneo e nos países do Oriente Médio. Naquela época, fazer pão consistia em misturar farinha, água e massa fermentada, uma mistura previamente estabelecida de farinha e água contendo microrganismos em fermentação (9).

No século XIX, a industrialização da produção de alimentos e o advento da microbiologia como ciência resultaram na produção de culturas puras de leveduras que foram utilizadas como fermento para a fabricação de pão. A produção de pão com fermento comercial *Saccharomyces cerevisiae* logo se espalhou por todo o mundo (9).

A utilidade biotecnológica da *S. cerevisiae* como cultura *starter* reside na sua capacidade de fermentação, acompanhada pela produção de álcool e CO<sub>2</sub> e na sua resiliência a condições adversas de osmolaridade e baixo pH. Este fermento geralmente é inoculado na massa de pão na concentração de 2% do total dos ingredientes. As condições ideais para fermentação na massa são em torno de 34–38 °C, em pH 4,0–5,2 (10).

Na fermentação da massa, além da geração de CO<sub>2</sub> e etanol, a levedura produz também subprodutos como, por exemplo, glicerol, ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e outros. Estudos mostram que, estas substâncias afetam o sabor do pão e as propriedades físicas da massa, como as propriedades reológicas, a maciez, a viscosidade e a elasticidade (11).

A massa de fermentação natural, o *Sourdough*, é feito de água e cereais fermentados por leveduras e lactobacilos, possuindo uma longa história na panificação. Uma característica do processo de fermentação é a variabilidade dos microrganismos envolvidos, o que confere ao produto final propriedades nutricionais e estruturais aprimoradas (12).

A produção e o consumo de massa proveniente da fermentação natural aumentaram de forma significativa nos últimos anos, devido a fatores como prazo de validade prolongado, benefícios nutricionais, sabor particular e ausência de aditivos alimentares. Tais características têm atraído tanto os consumidores quanto a indústria de panificação (13).

As bactérias do ácido láctico são os microrganismos predominantes na massa de fermentação natural. A atividade dessas bactérias afetam características do pão, como sabor, textura e cor. A maioria das bactérias lácticas isoladas da massa fermentada são do gênero *Lactobacillus*, podendo conter também gêneros *Leuconostoc*, *Pediococcus* e *Weissella* (14).

Na produção de pães por fermentação natural ingredientes podem ser a fonte de um inóculo microbiano adicional e/ou servir como (co-)substratos, como exemplo podemos citar a adição de iogurte ou o uso de sucos de frutas (15).

A padronização na produção de massa fermentação natural ainda é um desafio. O conhecimento em relação aos microrganismos presentes torna-se uma estratégia crucial para aumentar a produção deste produto. Compreender as condições (temperatura, pH, rendimento da massa) e o tipo de farinha que mais favorecem a microbiota desejável e a qualidade do pão é essencial para melhorar a produção do pão fermentado naturalmente em um contexto industrial (13).

## **1.2 Probióticos em Pães e Massas Alimentícias**

Há um interesse em alimentos probióticos não lácteos devido, ao número crescente de consumidores veganos e vegetarianos além de questões referentes a colesterol e teor de

alérgenos em produtos lácteos (16). Dessa forma, novas matrizes estão sendo avaliadas como alternativas para carrear microrganismos probióticos.

Os probióticos não lácteos estão sendo incluídos na dieta devido aos avanços tecnológicos, muitos produtos são criados usando matrizes alimentares não convencionais, como chá de kombuchá, chá de ervas, misturas para panificação e produtos à base de cereais (17).

Novos conceitos em nutrição levam ao desenvolvimento de produtos que combinem cereais, probióticos e compostos bioativos para melhorar as características nutricionais e distintivas do produto em resposta às exigências dos clientes. No entanto, incorporar probióticos e compostos bioativos, como ácidos graxos, em uma matriz complexa é um desafio tecnológico (18).

A elevada ingestão diária dos produtos à base de cereais, os tornam bons veículos para entrega de microrganismos probióticos, entretanto as altas temperaturas aplicadas durante o cozimento destes produtos representam um desafio devido a redução da viabilidade do probiótico nessas condições (7).

Técnicas de microencapsulação para os probióticos ou a adição de bactérias formadoras de esporos são alternativas apontadas para a aplicação desses microrganismos em produtos à base de cereais como pães e massa alimentícias, pois conferem proteção para que estes microrganismos resistam mesmo após a exposição em altas temperaturas.

A microencapsulação consiste na formação de uma camada protetora ao redor do composto sensível para evitar os efeitos gerados devido ao contato com os fatores ambientais como oxigênio, temperatura, umidade, enzimas e ácidos. Os materiais de parede comumente empregados na microencapsulação de probióticos são: leite desnatado, alginato, proteína de soro de leite, gelatina, goma arábica, pectina e maltodextrina (19).

A técnica de microencapsulação protege as células probióticas durante a digestão, melhorando sua sobrevivência no trato gastrointestinal. A capacidade de liberar de forma controlada os probióticos no trato gastrointestinal é um ponto crucial, permitindo sua entrega direcionada. Também possibilita a incorporação de concentrações variáveis de probióticos, adaptando-se às necessidades específicas, e oferece flexibilidade na modificação das propriedades das cápsulas, como tamanho, carga, dispersibilidade e modificações químicas, de acordo com os requisitos do produto final (20).

Estudos em pães, barra de cereal e bolo foram realizados para avaliar o efeito protetor da microencapsulação em probióticos suplementados nos produtos à base de cereais. Na maioria dos estudos, a microencapsulação melhorou a sobrevivência dos probióticos; entretanto, perdas significativas foram evidentes durante o cozimento ( $> 3,6 \log_{10}$  UFC/g), devendo estes produtos serem adicionados em uma quantidade maior (aumento de 3 a 4 ciclos log) do que a que se espera no produto final (7).

A utilização de bactérias formadoras de esporos é uma opção para diversos alimentos probióticos, uma vez que possuem maior resistência a altas temperaturas, baixo pH e altas pressões além de características como boa estabilidade e rápida germinação. Os esporos probióticos são capazes de manter sua funcionalidade durante toda a vida útil dos produtos armazenados em temperatura ambiente ou sob refrigeração (21).

A utilização de bactérias formadoras de esporos com propriedades probióticas reivindicadas, como *Bacillus coagulans*, *Bacillus subtilis*, entre outras que são resistentes ao calor, é estratégia interessante para complementar probióticos nos produtos à base de cereais. Embora as bactérias formadoras de esporos sejam termorresistentes e suportem baixas atividade de água e outros fatores de estresse, é necessário avaliar sua sobrevivência

em alimentos de forma específica, considerando as particularidades dos processos de produção, uma vez que a resistência varia mesmo dentro das cepas (6).

Estudos sobre a viabilidade de bactérias probióticas formadoras de esporos adicionadas em produtos de panificação antes do cozimento verificaram que a taxa de sobrevivência das bactérias foi suficiente para fornecer doses adequadas de probióticos nestes produtos (6).

### 1.3 Contaminações mais recorrentes em Pães e Massas Alimentícias

Em cereais e alimentos derivados, pode ocorrer o crescimento de vários microrganismos deteriorantes quando estes são mantidos em locais inapropriados com níveis inadequados de umidade e temperatura. Os principais microrganismos encontrados nestes produtos são *Salmonella sp.*, fungos e bactérias formadoras de esporos. Fungos produtores de micotoxinas como os dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* merecem atenção (8).

Os fungos formam depósitos fofos na superfície dos produtos acabados, ou seja, o micélio, de cores branca, cinza, verde, azulada, amarela e preta. O pão mofado pode conter micotoxinas que são substâncias tóxicas (22).

No processo de panificação, a etapa mais importante que determina em grande parte o prazo de validade e a segurança alimentar é a moldagem. É geralmente aceito que os esporos presentes na farinha desaparecem completamente durante o cozimento; no entanto, um produto de panificação pode ser infectado imediatamente após o cozimento durante o assentamento, como resultado do contato com o ambiente, ou seja, ar, superfície da bandeja, etc. (22).

Os vários produtos de panificação são caracterizados pelo seu prazo de validade limitado, abrangendo 3 a 5 dias à temperatura ambiente, quando não são adicionados conservantes. Para evitar a deterioração precoce de produtos de panificação e preocupações de saúde pública, como a presença de micotoxinas que podem causar danos a saúde, estudos têm demonstrado estratégias viáveis, como o uso de compostos antifúngicos produzidos por microrganismos como bactérias do ácido láctico (LAB), monoglicerídeos, óleos essenciais encapsulados e em sua forma livre, embalagens modificadas e tratamentos físicos como ozônio (23).

As massas alimentícias secas possuem uma vida útil longa, de até dois anos em temperatura ambiente nas prateleiras de supermercado (24). Em contrapartida, as massas frescas e massas frescas recheadas são muito perecíveis. A Massa fresca é caracterizada como produto com umidade superior a 24% e atividade de água variando de 0,92 a 0,99, necessitando, portanto, de refrigeração (25).

A alta atividade de água das massas frescas torna este produto vulnerável a diversos perigos, como *Salmonella sp.*, *Staphylococcus aureus* e fungos deteriorantes. Quando estes produtos não são adicionados de conservantes apresentam queda de pH e aumento dos coliformes (25).

Dessa forma, sem conservantes ou embalagem com baixo teor de oxigênio para evitar deterioração microbiana, a massa tem vida útil sob temperatura refrigerada de apenas 2 a 3 dias. A massa fresca pasteurizada comercializada sob refrigeração possui melhor durabilidade. A refrigeração rigorosa e constante, neste produto é importante para evitar o

desenvolvimento de bactérias patogênicas como *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus* (26).

Para a produção industrial de massas frescas, um prazo de validade de 60 a 90 dias ou mais pode ser alcançado aplicando tratamentos térmicos, reduzindo a atividade de água do recheio (no caso desta opção), embalando a massa sob atmosfera modificada e mantendo temperatura de refrigeração adequada durante o armazenamento (27).

Além disso, a seleção das matérias-primas e higienização eficiente de equipamentos e ambiente durante a fabricação, empacotamento e armazenamento de pães e massas alimentícias são essenciais para produção de alimentos seguros e com vida de prateleira satisfatória.

## CONCLUSÕES

A microbiologia tem sido essencial na evolução da panificação, desde métodos ancestrais até inovações modernas como a fermentação natural e a incorporação de probióticos resistente ao calor em produtos de panificação e massas. Esses avanços enfrentam desafios como a sobrevivência dos probióticos durante o processamento e a contaminação por patógenos e microrganismos deteriorantes. Futuras pesquisas devem focar em otimizar as tecnologias de microencapsulação e manejo bactérias esporuladas probióticas, assim como aprimorar práticas de segurança e qualidade, promovendo alimentos que sejam seguros, nutritivos e alinhados às expectativas dos consumidores por benefícios à saúde. A colaboração multidisciplinar entre microbiologistas, tecnólogos de alimentos, nutricionistas e engenheiros de alimentos é fundamental para explorar o potencial da microbiologia na produção alimentícia inovadora e saudável.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao IF Sudeste MG campus Rio Pomba e a equipe do Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de estudo e apoio para o desenvolvimento de trabalhos científicos nesta área.

## REFERÊNCIAS

1. Cappelli A, Cini E. Challenges and Opportunities in Wheat Flour, Pasta, Bread, and Bakery Product Production Chains: A Systematic Review of Innovations and Improvement Strategies to Increase Sustainability, Productivity, and Product Quality. *Sustainability* [Internet]. 1º de março de 2021;13(5):2608. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2608>
2. Castro-Reigía D, García I, Sanllorente S, Sarabia LA, Amigo JM, Ortiz MC. Bread fermentation monitoring through NIR spectroscopy and PLS-DA. Determining the optimal fermentation point in bread doughs. *Journal of Food Engineering* [Internet]. 2024;361:111738. [acesso em 01 de jan. de 2024]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877423003369>



3. Berwig KP, Marques DR, Monteiro ARG. Influência do tipo de farinha, da temperatura e do tempo de fermentação na qualidade de pães de forma. *Brazilian Journal of Food Research*, Campo Mourão, v. 9 n. 4, p. 27-46, out./dez. 2018.
4. Shewry PR, America AHP, Lovegrove A, Wood AJ, Plummer A, Evans J, et al. Comparative compositions of metabolites and dietary fibre components in doughs and breads produced from bread wheat, emmer and spelt and using yeast and sourdough processes. *Food Chemistry* [Internet]. 2022;374:131710. [acesso em 02 de out. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621027163>
5. Kumari R, Gupta M. Elucidating the techno-functional, morphological and phenolic properties of hull less barley and buckwheat incorporated pasta. *Food Chemistry Advances* [Internet]. 2022;1:100055. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X22000430>
6. Kultys E, Moczowska-Wyrwisz M. Effect of using carrot pomace and beetroot-apple pomace on physicochemical and sensory properties of pasta. *LWT* [Internet]. 2022;168:113858. [acesso em 26 de nov. de 2023] Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822007939>
7. Mani-López E, Ramírez-Corona N, López-Malo A. Advances in probiotic incorporation into cereal-based baked foods: Strategies, viability, and effects—A review. *Applied Food Research* [Internet]. 2023;3(2):100330. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502223000677>
8. Beverly RL. Cereals and Derived Products. Em: Smithers GW, organizador. *Encyclopedia of Food Safety (Second Edition)* [Internet]. Second Edition. Oxford: Academic Press; 2024. p. 1–9. [acesso em 21 de jan. de 2024]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128225219001192>
9. Bigey F, Segond D, Friedrich A, Guezenc S, Bourgeois A, Huyghe L, et al. Evidence for Two Main Domestication Trajectories in *Saccharomyces cerevisiae* Linked to Distinct Bread-Making Processes. *Current Biology* [Internet]. 2021;31(4):722-732.e5. [acesso em 29 de ago. de 2023] Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982220316912>
10. Parapouli M, Vasileiadis A, Afendra AS, Hatziloukas E. *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS Microbiology* [Internet]. 2020;6(1):1–31. [acesso em 21 de ago. de 2023]. Disponível em: <https://www.aimspress.com/article/doi/10.3934/microbiol.2020001>
11. Zhang J, Hu Y, Wang S, Liu Y, Li L, Gao M. Non-targeted metabolomics analyze dough fermented by *S. cerevisiae* and *L. plantarum* to reveal the formation of flavor substances of bread. *LWT* [Internet]. 2023;176:114538. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643823001172>
12. Fekri A, Abedinzadeh S, Torbati M, Azadmard-Damirchi S, Savage GP. Considering sourdough from a biochemical, organoleptic, and nutritional perspective. *Journal of Food Composition and Analysis* [Internet]. 2024;125:105853. [acesso em 26 de jan. de 2024]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157523007275>
13. Lima TTM, Hosken B de O, Lindner JDD, Menezes LAA, Pirozi MR, Martin JGP. How to deliver sourdough with appropriate characteristics for the bakery industry? The answer may be provided by microbiota. *Food Bioscience* [Internet]. 2023;56:103072. [acesso em 21 de dez. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242922300723X>



14. Zhou Y, She X, Zhu S, Zhou X. The study of microbial diversity and volatile compounds in Tartary buckwheat sourdoughs. *Food Chemistry: X* [Internet]. 2022;14:100353. [acesso em 01 de out. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157522001511>
15. De Vuyst L, Comasio A, Kerrebroeck SV. Sourdough production: fermentation strategies, microbial ecology, and use of non-flour ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* [Internet]. 11 de junho de 2023;63(15):2447–79. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1976100>
16. Konuray G, Erginkaya Z. Quality evaluation of probiotic pasta produced with *Bacillus coagulans* GBI-30. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [Internet]. 2020;66:102489. [acesso em 12 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856420304355>
17. Cosme F, Inês A, Vilela A. Consumer's acceptability and health consciousness of probiotic and prebiotic of non-dairy products. *Food Research International* [Internet]. 2022;151:110842. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996921007420>
18. Kouamé KJEP, Bora AFM, Li X, Liu L, Coulibaly I, Sun Y, et al. New insights into functional cereal foods as an alternative for dairy products: A review. *Food Bioscience* [Internet]. 2023;55:102840. [acesso em 01 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429223004911>
19. Vergara LID, Badano JA, Aminahuel CA, Braber NLV, Rossi YE, Pereyra CM, et al. Chitosan-glucose derivative as effective wall material for probiotic yeasts microencapsulation. *International Journal of Biological Macromolecules* [Internet]. 2023;253:127167. [acesso em 21 de out. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813023040643>
20. Razavi S, Janfaza S, Tasnim N, Gibson DL, Hoorfar M. Microencapsulating polymers for probiotics delivery systems: Preparation, characterization, and applications. *Food Hydrocolloids* [Internet]. 2021;120:106882. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X21002988>
21. Soares MB, Almada CN, Pereira EPR, Ferreira BM, Balthazar CF, Khorshidian N, et al. Review - Sporeforming probiotic bacteria: Characteristics, health benefits, and technological aspects for their applications in foods and beverages. *Trends in Food Science & Technology* [Internet]. 2023;138:453–69. [acesso em 01 de out. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224423002017>
22. Bagrov VV, Volodin LY, Dolgikh VV, Kamrukov AS, Kondratiev AV, Landysheva AY, et al. Increasing the shelf life of packaged bakery products by their processing of broadband optical radiation of a pulsed xenon lamp. *Food Packaging and Shelf Life* [Internet]. 2024;41:101229. [acesso em 01 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214289423002065>
23. Garcia MV, Bernardi AO, Copetti MV. The fungal problem in bread production: insights of causes, consequences, and control methods. *Current Opinion in Food Science* [Internet]. 2019;29:1–6. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799319300311>
24. Barp L, Suman M, Lambertini F, Moret S. Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard. *Food Additives & Contaminants: Part A* [Internet]. 1º de fevereiro de 2015;32(2):271–83. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.999259>

25. Angiolillo L, Conte A, Nobile MA del. Biotechnological Approach To Preserve Fresh Pasta Quality. *Journal of Food Protection* [Internet]. 2017;80(12):2006–13. [acesso em 01 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22095886>
26. Duret S, Hoang HM, Guillier L, Derens-Bertheau E, Dargaignaratz C, Oriol S, et al. Interactions between refrigeration temperatures, energy consumption in a food plant and microbiological quality of the food product: Application to refrigerated stuffed pasta. *Food Control* [Internet]. 2021;126:108076. [acesso em 21 de nov. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713521002140>
27. Lacivita V, Marziliano M, Nobile MAD, Conte A. Artisanal fresh filled pasta with pomegranate peels as natural preservative. *LWT* [Internet]. 2022;172:114209. [acesso em 01 de out. de 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822011446>

## TENDÊNCIAS NO USO DE PROBIÓTICOS EM ALIMENTOS

Camila Horta Gaudereto Rodrigues \*; Juscinele Francisca Vieira Calsavara ;  
Thamiris Carla Campos Santos ; Vanessa Cristina de Paula Lage ; Marceline do  
Carmo Toledo Silveira ; Nataly de Almeida Costa ; Maurílio Lopes Martins 

\*Marceline do Carmo Toledo Silveira – [marcelinesilveira09@gmail.com](mailto:marcelinesilveira09@gmail.com)

**Resumo:** O consumo de alimentos que veiculam probióticos é crescente, uma vez que os mesmos beneficiam a saúde dos consumidores. Apesar dos produtos lácteos serem responsáveis pela ampla variedade de alimentos probióticos disponíveis no mercado, os mesmos apresentam certas restrições como alergia a proteína ou intolerância à lactose, além do teor elevado de colesterol em alguns produtos e o veganismo. Assim, há demanda por outras matrizes alimentares que também possam veicular probióticos e manter a viabilidade desses microrganismos desde o processamento, passando pelo armazenamento e consumo. Assim, indústrias e a comunidade científica têm se interessado em pesquisas direcionadas ao desenvolvimento de novos produtos contendo probióticos.

**Palavras-chave:** matriz alimentar; novos produtos; probióticos;

**ABSTRACT:** Consumption of probiotic foods is on the rise, as they benefit consumers' health. Although dairy products are responsible for the wide variety of probiotic foods available on the market, they have certain restrictions such as: protein allergy or lactose intolerance, as well as the high cholesterol content of some products and veganism. Thus, there is a demand for other food matrices that can also carry probiotics and maintain the viability of these microorganisms from processing through storage and consumption. Industries and the scientific community have therefore become interested in research aimed at developing new products containing probiotics.

**Keywords:** food matrix; new products; probiotics;

### INTRODUÇÃO

Devido à busca crescente por uma alimentação mais saudável, o desenvolvimento de novos alimentos tem sido impulsionado, particularmente, os que possuem propriedades funcionais, como os que são fonte de compostos bioativos e/ou que contenham probióticos (1).

A palavra probiótico deriva do grego e significa “para a vida” (2). A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e a Organização Mundial da Saúde definem probióticos como microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (3 4).

Segundo a Organização Mundial de Gastroenterologia, a dose sugerida de probióticos necessária para alcançar os objetivos estabelecidos depende da estirpe e do produto utilizado. As doses usualmente comercializadas fornecem entre 1–10 bilhões de

UFC, o que equivale a 9,0 – 10 log de UFC/dose. Por outro lado, de acordo com a literatura internacional, a dose mínima de ingestão diária de bactérias probióticas deve ser  $> 10^6 - 10^7$  UFC/100 g de alimento contendo as células viáveis (5).

São muitos os benefícios à saúde do hospedeiro atribuídos à ingestão de culturas probióticas tais como: controle da microbiota intestinal, estabilização da microbiota intestinal após o uso de antibióticos, promoção da resistência gastrointestinal à colonização por patógenos, competição por nutrientes no intestino, competição com patógenos por sítios de adesão, estimulação do sistema imune; alívio da constipação e aumento da absorção de certos nutrientes, como proteínas, minerais e ácidos graxos de cadeia curta (6,7). Ressalta-se que os benefícios são dependentes da estirpe de probiótico utilizada.

A administração de probióticos restaura a microbiota intestinal e auxilia na prevenção da disbiose intestinal, a qual é caracterizada pelo desequilíbrio da microbiota, processo no qual as bactérias patogênicas estão sobre domínio em relação às benéficas, o que poderá desencadear em distúrbios gastrointestinais e defeitos metabólicos (8).

Além dos benefícios a saúde advinda da ingestão de probióticos nos alimentos, é importante que a aceitação sensorial destes produtos seja mantida semelhante à dos produtos convencionais, uma vez que textura e sabor são fatores primários que afetam a preferência dos consumidores (9).

Por décadas, o mercado de probióticos se concentrou em laticínios (iogurte e outros produtos fermentados). Todavia, o crescente número de pessoas com intolerâncias à lactose, alérgicas à proteína do leite, ou que fazem restrições alimentares (vegetarianismo e veganismo) tem aumentado a demanda por alimentos probióticos não lácteos (10,11 e 12).

A combinação sinérgica de probióticos e prebióticos em alimentos resulta nos produtos simbióticos (13). A utilização de simbióticos tem tido relevância nos estudos e se mostra uma alternativa promissora no uso combinado com antibióticos ou isoladamente, que de forma ativa restabelece o microambiente gastrointestinal, melhora a absorção e aumenta a imunidade dos pacientes (14).

Para garantir um efeito contínuo no organismo humano, os probióticos devem ser ingeridos diariamente e em quantidades adequadas. No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabeleceu alguns critérios que devem ser atendidos para comprovar as propriedades funcionais e liberação para consumo de um determinado alimento probiótico. Para isso foi adotada legislação específica, Resolução RDC nº 241 (15), com intuito de estabelecer, fiscalizar, controlar e padronizar os procedimentos de avaliação de segurança, registro e comercialização de alimentos probióticos.

Assim, para caracterização da linhagem, deve-se demonstrar que o microrganismo resiste à passagem pelas principais barreiras químicas e biológicas do corpo e atinge o intestino em sua forma viável. Deverá ainda ser avaliada no mínimo a tolerância à temperatura corporal, quando o microrganismo não for isolado da microbiota de mamíferos, resistência à acidez gástrica, resistência aos ácidos biliares e resistência à lisozima (16).

As bactérias do ácido láctico (LAB) são listadas como Geralmente Reconhecidas como Seguras (GRAS) e contém as espécies probióticas mais utilizadas em matrizes alimentares (4, 18). Juntamente com os gêneros *Lactobacillus* (*Lactobacillus acidophilus*), *Lacticaseibacillus* (*Lacticaseibacillus casei* e *Lacticaseibacillus rhamnosus*), *Lactiplantibacillus* (*Lactiplantibacillus plantarum*), *Ligilactobacillus* (*Ligilactobacillus salivarius*) e *Limosilactobacillus* (*Limosilactobacillus fermentum*, *Limosilactobacillus reuteri*) espécies de *Bifidobacterium* (*Bifidobacterium animalis*, *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium infantis* e *Bifidobacterium*

*breve*) são mais comumente usados como probióticos. Além disso, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* e alguns *Streptococcus*, e espécies de *Bacillus* (*Bacillus coagulans* e *Bacillus clausii*) são compreendidos como probióticos e manipulados para incorporação em alimentos não lácteos (17, 18).

Portanto, a crescente demanda por alimentos mais saudáveis tem estimulado pesquisas para o desenvolvimento de produtos com propriedades funcionais, em especial contendo probióticos (19). O mercado global de probióticos atraiu a atenção da indústria de alimentos para produzir novos produtos e atender a nova demanda dos consumidores, que têm procurado produtos que substituam o leite. Assim, a principal estratégia da indústria de alimentos tem sido a comercialização de extratos solúveis em água à base de vegetais como amêndoas, coco, grão de bico, aveia, arroz, extrato hidrossolúvel de soja, chocolates, alimentos de origem vegetal, fermentados, produtos cárneos, diferentes tipos de sucos fortificados e bebidas contendo microrganismos probióticos (20-21).

## TÓPICOS

### Tendências de aplicação de probióticos em produtos lácteos

Existe uma ampla variedade de alimentos probióticos produzidos e disponíveis no mercado, com destaque para os produtos lácteos (22). A escolha da matriz alimentar para veicular esses microrganismos é essencial para manter a viabilidade dos probióticos durante a produção dos alimentos e armazenamento, bem como durante a passagem pelo trato gastrointestinal. Nesse sentido, os produtos lácteos como iogurtes, leite fermentado, bebidas lácteas, sobremesas e queijos têm sido muito utilizados para carrear os probióticos (23).

Os produtos lácteos fermentados sofrem ação de várias enzimas do leite e das bactérias lácticas (BAL), originando vários compostos derivados da ação das enzimas e do metabolismo dessas bactérias, que hidrolisam a lactose e produzem altas concentrações de ácido lático e outros ácidos orgânicos (24). Esses metabólitos são liberados no produto e podem ser responsáveis por diferentes efeitos para a saúde (25).

Bai *et al.* (9) verificaram que a aplicação da estirpe probiótica *L. casei* Zhang encurtou o tempo de fermentação na fabricação de iogurte. Além disso, vários recursos tecnológicos foram aprimorados, como a viabilidade bacteriana, textura e estabilidade durante o armazenamento sob refrigeração. O iogurte probiótico também apresentou mais exopolissacarídeos (EPS), o que também é desejável por aumentar a viscosidade, bem como melhorar a estabilidade do produto.

Ziaei *et al.* (26) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise com ensaios clínicos para investigar o efeito dos produtos lácteos fermentados com probióticos nos lipídios do sangue. Com base nas evidências disponíveis, os autores concluíram que os produtos lácteos fermentados com probióticos podem auxiliar na redução dos níveis séricos do colesterol total (CT) e da lipoproteína de baixa densidade - colesterol (LDL-C), especialmente em homens e quando são consumidos por um período superior a oito semanas.

A incorporação de probiótico em sobremesas congeladas, como sorvete, foi avaliada. Entretanto, o oxigênio presente comprometeu a viabilidade dos probióticos. Para sanar esse problema foi utilizado a tecnologia de microencapsulação como meio protetor dos probióticos em relação aos prejuízos causados pela presença do oxigênio (27). O sorvete armazenado em baixas temperaturas manteve a viabilidade dos probióticos microencapsulados, garantindo contagens viáveis disponíveis para o consumo (28).

A microencapsulação é um método que envolve materiais de parede adequados que protegem e regulam a liberação de células encapsuladas (29). Esse processo é uma alternativa para potencializar a vida útil dos probióticos em diferentes alimentos, além de melhorar a resistência de bactérias expostas a condições de estresse como pH baixo, que é comum nos leites fermentados (30, 31 e 32).

Os queijos têm demonstrado ser eficientes como veículos carreadores de probióticos, principalmente devido às suas características intrínsecas como pH próximo a neutralidade, alto poder tampicante, além de sua consistência, teor de gordura e proteína em sua composição, que protegem os microrganismos durante a fabricação e armazenamento. Além disso, tem sido demonstrado que os queijos podem proteger os probióticos durante o processo de digestão. Ademais, a resistência de culturas probióticas é maior em queijos frescos do que nos maturados (23 22).

### **3. Tendências de aplicação de probióticos em produtos não lácteos**

A demanda por produtos alimentícios advindos de matrizes vegetais como potencial veículo de probióticos tem aumentado constantemente (10 11). Esse crescimento deve-se à necessidade e/ou preferência dos consumidores por produtos que possam substituir o leite. Assim, como estratégia de comercialização, as indústrias de alimentos vêm desenvolvendo produtos à base de água com extratos de vegetais como coco, amêndoa, grão de bico, aveia, soja e arroz (21).

As bebidas produzidas com cereais, pseudocereais e grãos, como cevada, aveia, milho, sorgo, arroz, quinoa e chia são fontes alternativas de base vegetal adicionadas de probióticos (33). Esses produtos à base de vegetais foram elaborados com o intuito de substituir o leite e seus derivados. Chá e sucos ou bebidas fermentadas, as quais são matrizes contendo compostos bioativos, como vitaminas, minerais e polifenóis, são excelentes matrizes para a incorporação de probióticos. Entretanto, há necessidade da avaliação e comprovação da sobrevivência das culturas probióticas e seu impacto nas características qualitativas dos produtos desenvolvidos (34, 35).

Por muitos anos pensou-se que a presença de composto fenólicos de plantas inibiam a multiplicação dos probióticos. Todavia, estudos atuais comprovaram que esses compostos possuem um efeito prebiótico devido aos ácidos fenólicos, flavonóides e betacianinas, que estimulam a multiplicação de bactérias probióticas (36, 37).

Os alimentos como cacau, hortelã e pimenta apresentam compostos fenólicos com potencial antioxidante. Quando adicionados a matrizes alimentícias contendo probióticos, irão interagir sendo capazes de retardar o processo oxidativo e na presença de probióticos podem agir como prebióticos (38, 37).

A indústria de alimentos tem enfrentado inúmeros desafios na diversificação de matrizes para veicular probióticos. Entretanto, a mesma poderá usar estirpes de *Bacillus* esporulados para substituir as BAL e bifidobactérias comumente usadas em alimentos (39, 40). Uma possível aplicação seria o uso de esporos de bactérias probióticas em alimentos, principalmente nas áreas de massas alimentícias e panificação, que empregam altas temperaturas no processamento (41).

Na preparação de pão de massa azeda à base de farinha de quinoa sem glúten e *Lactobacillus amylovorus*, o pão teve sua vida de prateleira estendida por 04 dias em relação ao controle (produzido com farinha de trigo). Além disso, o pão desenvolvido teve características relevantes no volume e dureza do miolo, incluindo melhorias significativas



na massa fermentada de quinoa, levando a conclusão que *L. amylovorus* (DSM19280) poderia servir como um potencial bioconservante para produzir pão sem glúten com ganhos nutricionais (41).

Nos países da Ásia e África, a tecnologia de produção de bebidas fermentadas à base de cereais e mingaus usando LAB é antiga. Dentre os cereais mais utilizados na produção de fermentados não lácteos destaca-se trigo, aveia, centeio, sorgo e milheto. Os grãos de cereais integrais são utilizados pelo seu potencial na redução do risco de diabetes tipo II, doenças cardiovasculares, obesidade e várias doenças degenerativas. Além disso, a biodisponibilidade de alguns minerais como ferro e zinco aumenta com a fermentação dos cereais (42).

Por outro lado, para viabilizar a adição de probióticos em sucos de frutas, a estirpe usada deverá ser tolerante a meio ácido ou ser protegida por microencapsulação para fornecer proteção às células no produto (43,44). Entretanto, os sucos à base de frutas contêm açúcar que auxilia na multiplicação do probiótico (45). A exploração na produção tecnológica dos sucos enriquecidos com probióticos tem ocorrido constantemente em frutas como: maçã, laranja, banana, abacaxi, manga, romã, jussara, maracujá, pêssego, goiaba e cenoura (46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 44). Existir um mercado promissor para a comercialização de outros produtos contendo probióticos como bebidas fermentadas e barra de cereais, produtos cárneos fermentados, azeitonas, dentre outros (60 12 e 61).

A tecnologia de aplicação de probiótico em carnes ainda é escassa e está sendo pesquisada. Entretanto, fermentado de salsicha fabricado com carnes magras, tecido gorduroso, especiarias e ingredientes retentores de água são modelos tradicionais de probióticos cárneos. Na Turquia, encontra-se uma carne combinada com alho e pimenta com posterior fermentação denominada Sucuk. Já nos países do Leste Asiático, há carne suína fermentada envolvida em folha de bananeira por até 5 dias em temperatura ambiente, denominada Nham. A microbiota encontrada nesses produtos tradicionais é constituída de uma mistura de *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp. e *Leuconostoc* sp. O estágio de fermentação e pH da matéria prima determinará a permanência de uma determinada espécie no alimento (62).

#### **1.4 Paraprobióticos e pós-bióticos**

Recentemente, novos conceitos têm sido relacionados aos probióticos tais como paraprobióticos e pós-bióticos. Estes termos são usados para descrever microrganismos não viáveis ou extratos livres de bactérias que podem fornecer ao hospedeiro diversos benefícios à sua saúde (63).

Os paraprobióticos são conhecidos como probióticos inativados, probióticos inviáveis, probióticos mortos ou probióticos fantasmas. São células microbianas intactas, inativadas ou não viáveis, probióticas ou não probióticas, que quando administradas em quantidades suficientes conferem benefícios aos seus consumidores (64,65). Os paraprobióticos são originados de microrganismos que perderam completamente a sua viabilidade após a exposição a fatores que alteraram as suas estruturas celulares, como DNA, rompimento da membrana celular ou danos mecânicos ao envelope celular. Além de alterações nas funções fisiológicas microbianas, como a desativação da seletividade da membrana ou a inativação enzimática (65).

A inativação dos probióticos pode ser alcançada por métodos físicos como tratamento térmico, irradiação gama ou ultravioleta, alta pressão hidrostática, ultrassom e

linfofilização e ainda por produtos químicos (66). Estes métodos podem alterar as estruturas das células microbianas ou suas funções fisiológicas. Assim as bactérias se tornam incapazes de crescer e, deste modo, retém os efeitos benéficos à saúde (64,65).

Por outro lado, os pós-bióticos são metabólitos solúveis (produtos ou subprodutos metabólicos) secretados por bactérias vivas (probióticas ou não probióticas) liberadas após a lise bacteriana, como enzimas, peptídeos, derivados de peptidoglicanos, polissacarídeos e ácidos orgânicos (67). Estes metabólitos podem ter efeitos para a saúde do hospedeiro, dentre eles destacam-se as propriedades imunomoduladoras, anti-inflamatórias, anti-hipertensivas, entre outras (67). A maioria dos estudos *in vitro* e *in vivo* utilizam paraprobióticos e pós-tibióticos obtidos de diferentes estirpes de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, além de *Saccharomyces* (63).

Nishida *et al.* (68) avaliaram se a administração de *Lactobacillus gasseri* CP2305 paraprobiótico melhoraria os sintomas crônicos associados ao estresse em estudantes de medicina japoneses, que se preparavam para um exame nacional de médicos. Os autores constataram que a administração de *L. gasseri* CP2305, por 4 semanas, melhorou os comportamentos associados ao estresse em adultos jovens saudáveis e os sintomas clínicos em pacientes com síndrome do intestino irritável. Já administração deste paraprobiótico por 12 semanas melhorou a qualidade do sono, evitou o aumento dos níveis de cortisol, melhorou a atividade do nervo parassimpático e normalizou o trânsito intestinal em condições estressantes.

As propriedades benéficas dos paraprobióticos e pós-bióticos incluem efeito anti-inflamatório, propriedade de barreira intestinal, antiadesão, antibiofilme, antiviral, imunomodulador, anti-hipertensivo, hipocolesterolêmico e antioxidante (69). Porém, há necessidade de mais pesquisas para analisar a eficácia clínica, os efeitos profiláticos e a validação de alegações de saúde dessas moléculas bioativas (69).

Embora sejam comprovados os benefícios dos probióticos para a saúde, as células microbianas não viáveis podem oferecer certas vantagens sobre os probióticos por diminuir o risco de translocação microbiana, infecções e respostas inflamatórias em consumidores com sistemas imunológicos debilitados (64).

Para Morniroli *et al.* (70), os pós-bióticos são suplementos promissores para a saúde humana, principalmente em ambientes pediátricos. No entanto, os autores afirmaram que são necessários estudos para estabelecer quais estirpes bacterianas produzem pós-bióticos benéficos, seu perfil de segurança, quais são as dosagens recomendadas e os seus efeitos vantajosos em pediatria e distúrbios neonatais.

Atualmente, existem produtos farmacêuticos no mercado que contém paraprobióticos e pós-tibióticos. Hylak<sup>®</sup> Forte é um pós-biótico que inibe o crescimento de bactérias patogênicas ao reduzir o pH intestinal (71). Por meio de ensaio de cromatografia gasosa, Patil *et al.* (71) analisaram a composição do Hylak<sup>®</sup> Forte para verificar se os ácidos graxos de cadeia curta estão presentes no produto. Os autores encontraram níveis quantificáveis de ácido fórmico e acético nas amostras comerciais e envelhecidas e concluíram que estes constituintes podem conferir benefícios terapêuticos. Entre eles destacam-se alimentos para os colonócitos, tratamento de deficiências de vitaminas e inibição da multiplicação de patógenos por meio da redução do pH (71). Por outro lado, Lacteol<sup>™</sup>, paraprobiótico, é um produto antidiarreico que contém estirpe de *Lactobacillus* LB morta pelo calor (72). Salazar-Lindo *et al.* (72) examinaram a eficácia terapêutica desse produto e compararam a duração da diarreia para dois tipos de tratamento com *Lactobacillus* LB (Lacteol) em associação com reidratação oral e reidratação oral isolada em 80 crianças.

Eles concluíram que *Lactobacillus* LB foi bem aceito e que os resultados obtidos sugerem que o produto pode ser eficaz e seguro para o tratamento de crianças com diarreia bem estabelecida em prazo superior a 24 horas.

Os pós-bióticos e os paraprobióticos apresentam várias vantagens sobre probióticos como: disponibilidade em sua forma pura, facilidade de produção e armazenamento, disponibilidade de processo de produção para aumento de escala industrial e mecanismo de ação específico (69). Também são mais estáveis e seguros para suas aplicações em produtos alimentícios, podendo proporcionar diversas vantagens tecnológicas para os fabricantes de alimentos em comparação com os mesmos microrganismos viáveis (66).

A aplicação de paraprobióticos e pós-bióticos em alimentos como ingredientes funcionais fornecem diversos benefícios durante a manipulação industrial e comercialização de laticínios, até mesmo podendo possibilitar a adição em alguns alimentos considerados estressantes para a sobrevivência dos probióticos, logo, podendo contribuir para o aumento da oferta de alimentos funcionais no mercado (66). Além das vantagens mencionadas, alguns pós-bióticos podem ser adicionados de forma intencional devido as suas funções, como por exemplo, o uso de exopolissacarídeos (EPS), que afetam positivamente os aspectos sensoriais, físicos e características químicas do produto final, proporcionando melhor textura, estabilidade e sensação na boca (66).

Almada *et al.* (73) investigaram os efeitos do consumo de massa de trigo-durum adicionada de *B. animalis* inativados por irradiação gama na saúde e na microbiota intestinal de ratos. Os resultados mostraram que os animais que receberam a massa paraprobiótica apresentaram redução dos níveis séricos de glicose e colesterol total. Os resultados revelaram ainda que a massa de trigo-durum tem potencial como um veículo de *B. animalis* paraprobióticos.

O uso dos paraprobióticos em produtos lácteos pode proporcionar diversas vantagens sobre os probióticos. Dentre estas estão: a menor interação com outros componentes do produto, maior facilidade e conveniência durante o processamento, maior facilidade de manipulação, armazenamento e transporte dos produtos (66).

Parvarei *et al.* (74) desenvolveram iogurte probiótico contendo *L. acidophilus* ATCC SD5221 e *B. lactis* BB-12 e iogurte paraprobiótico contendo a forma inativada dessas bactérias. Os iogurtes foram produzidos e comparados quanto às características microbiológicas, físicas e bioquímicas durante 28 dias de armazenamento sobre refrigeração. Os autores concluíram que a incorporação de paraprobióticos ao iogurte envolve menos desafios tecnológicos e pode ser considerada uma alternativa adequada aos probióticos no desenvolvimento de iogurte funcional.

As evidências científicas mostram que os paraprobióticos e os pós-bióticos são eficazes, embora haja poucos estudos. Segundo Barros *et al.* (66), são necessários novos estudos utilizando o uso de paraprobióticos e pós-bióticos nos alimentos a fim avaliar a aplicação de novo método de caracterização qualitativa e quantitativa do controle de qualidade dos produtos.

### **1.5. Probióticos de nova geração**

Além dos probióticos convencionais, existem outros gêneros e espécies de bactérias que apresentam possíveis benefícios e habitam naturalmente o intestino humano e podem fazer parte da próxima geração de probióticos, também chamados de NGP – *Next Generation Probiotics* (75).

Os NGP são gêneros e espécies de microrganismos que nunca foram utilizados pela indústria de alimentos em matrizes alimentares independente da origem. As estirpes desses probióticos que vêm sendo estudadas são *Bacteroides*, *Clostridium*, *Faecalibacterium* e *Akkermansia* (76).

A tendência é aumentar a utilização de microrganismos bem adaptados ao intestino como *Faecalibacterium prausnitzii*, *Akkermansia muciniphila*, *Ruminococcus*, *Lachnospiracea*, *Eubacterium hallii*, que possuem efeitos nas atividades anti-inflamatória, obesidade, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e aumento da homeostase da microbiota intestinal (77, 78 e 79). Os NGP, incluindo entre outros, *F. prausnitzii* e *A. muciniphila*, apresentam características distintas dos relatados em probióticos tradicionais (80, 81). Esses microrganismos apresentam extrema sensibilidade ao oxigênio, o que dificulta a preparação de suplementos viáveis. Outros desafios estão relacionados ao entendimento de sua eficácia e segurança para consumo, assim como sua aplicação no desenvolvimento de novos produtos alimentícios e produção de alimentos em escala industrial.

Os NGP representam um campo de estudo de grande relevância para a ciência e para a indústria de alimentos, trazendo novos desafios a serem elucidados. A identificação de frações biologicamente ativas de tais microrganismos permitirá explorar novas possibilidades no que diz respeito à promoção da saúde (76, 82 e 83). Portanto, as ferramentas de biotecnologia e os conhecimentos nos vários níveis das ciências ômicas são importantes aliados para o aperfeiçoamento das estirpes probióticas já existentes e para o descobrimento de novas estirpes (84).

## CONCLUSÕES

A busca por alimentos saudáveis e com propriedades funcionais é crescente. O consumo destes alimentos, incluindo os adicionados de probióticos, traz diversos benefícios à saúde dos consumidores. Os produtos lácteos são responsáveis pela ampla variedade de alimentos probióticos disponíveis atualmente no mercado, porém há demanda para outras matrizes como, por exemplo, os de base vegetal, incluindo cereais, sucos de frutas, dentre outros, que também podem veicular probióticos e manter a viabilidade desses microrganismos desde o processamento até a entrega dos mesmos no intestino. Assim, estudos com probióticos estão crescendo em várias áreas, incluindo na ciência de alimentos, microbiologia de alimentos, nutrição, entre outras. Porém, são necessárias mais pesquisas a fim de comprovar a eficiência, modo de ação e estabilidade de paraprobióticos, pós-tibióticos e NGP nos alimentos adicionados dos mesmos. Além disso, os estudos são essenciais para embasar a regulamentação dos mesmos pela legislação.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais – campus Rio Pomba, que por meio do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos através da equipe altamente qualificada, que contribuí com o desenvolvimento de pesquisas e inovação para o país.

Agradecimento em especial à professora Dra. Nataly Almeida pela excelência e dedicação.

## REFERÊNCIAS

1. Nikbakht E, Khalesi S, Singh I, Williams LT, West NP, Colson N. Effect of probiotics and synbiotics on blood glucose: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *European Journal of Nutrition*. 1º de fevereiro de 2018;57(1):95–106.
2. Raizel R, Santini E, Kopper A, Reis Filho A. Effects of probiotics, prebiotics and synbiotics consumption on the human organism. dezembro de 2011;4.
3. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, World Health Organization. Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food, Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002.
4. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 1º de agosto de 2014;11(8):506–14.
5. Khodaei D, Hamidi-Esfahani Z. Influence of bioactive edible coatings loaded with *Lactobacillus plantarum* on physicochemical properties of fresh strawberries. *Postharvest Biology and Technology*. 2019;156:110944.
6. Shakibaie M, Mohammadi-Khorsand T, Adeli-Sardou M, Jafari M, Amirpour-Rostami S, Ameri A, et al. Probiotic and antioxidant properties of selenium-enriched *Lactobacillus brevis* LSe isolated from an Iranian traditional dairy product. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2017;40:1–9.
7. Khaneghah AM, Abhari K, Eş I, Soares MB, Oliveira RBA, Hosseini H, et al. Interactions between probiotics and pathogenic microorganisms in hosts and foods: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 2020;95:205–18.
8. Joshi D, Roy S, Banerjee S. Chapter 19 - Prebiotics: A Functional Food in Health and Disease. Em: Mandal SC, Mandal V, Konishi T, organizadores. *Natural Products and Drug Discovery* [Internet]. Elsevier; 2018. p. 507–23. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081020814000198>
9. Bai M, Huang T, Guo S, Wang Y, Wang J, Kwok LY, et al. Probiotic *Lactobacillus casei* Zhang improved the properties of stirred yogurt. *Food Bioscience*. 2020;37:100718.
10. Kandylis P, Pissaridi K, Bekatorou A, Kanellaki M, Koutinas AA. Dairy and non-dairy probiotic beverages. *Current Opinion in Food Science*. 2016;7:58–63.

11. Panghal A, Virkar K, Kumar V, Dhull SB, Gat Y, Chhikara N. Development of Probiotic Beetroot Drink. *Curr Res Nutr Food Sci* 2017;5(3). Doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.5.3.10>.
12. Vasudha S, Mishra HN. Non dairy probiotic beverages. *international food research journal*. 2013;20:7–15.
13. Mohanty D, Misra S, Mohapatra S, Sahu PS. Prebiotics and synbiotics: Recent concepts in nutrition. *Food Bioscience*. 2018;26:152–60.
14. Flesch AGT, Poziomyck AK, Damin DDC. The therapeutic use of symbiotics. *ABCD. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)*, v. 27, n. 3, p. 206-209, 2014.
15. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 241, de 26 de julho de 2018. Regulamento técnico sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 26 de julho de 2018.
16. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para instrução processual de petição de avaliação de probióticos para uso em alimentos. *GUIA nº 21, versão 1*, de 21 de fevereiro de 2019.
17. Alves JLDB, Sousa VP de, Cavalcanti Neto MP, Magnani M, Braga VDA, Costa-Silva JHD, Leandro CG, Vidal H, Pirola L. New insights on the use of dietary polyphenols or probiotics for the management of arterial hypertension. *Frontiers in Physiology*, v. 7, n. 448, 2016.
18. World Gastroenterology Organization. *Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia- WGO. Probióticos e Prebióticos*, 2017. 35 p.
19. Marrero SC, Martínez-Rodríguez A, Pérez SEM, Moya SP. 2 - New Trends and Applications in Fermented Beverages. Em: Grumezescu AM, Holban AM, organizadores. *Fermented Beverages* [Internet]. Woodhead Publishing; 2019. p. 31–66. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128152713000026>.
20. Ribeiro MCO. Caracterização do *Pediococcus acidilactic b14* quanto às propriedades probióticas e sua associação com *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356 com aplicação em sobremesa com soja aerada potencialmente simbiótica. Tese (Doutorado em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia) – Faculdade de Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.



21. Rincon L, Botelho RBA, Alencar ER de. Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. *LWT*. 2020;128:109479.
22. Braun CLK, Cruxen CE dos S, Nardino M, Barros WS, Fiorentini ÂM, Furtado MM, et al. Temperature variability during the commercialization of probiotic cheeses and other fresh cheeses in retail stores of two Brazilian regions. *LWT*. 2020;133:110082.
23. Martins IBA, Deliza R, dos Santos KMO, Walter EHM, Martins JM, Rosenthal A. Viability of Probiotics in Goat Cheese During Storage and Under Simulated Gastrointestinal Conditions. *Food and Bioprocess Technology*. 1º de abril de 2018;11(4):853–63.
24. Pino A, Hoorde KV, Pitino I, Russo N, Carpino S, Caggia C, et al. Survival of potential probiotic lactobacilli used as adjunct cultures on Pecorino Siciliano cheese ripening and passage through the gastrointestinal tract of healthy volunteers. *International Journal of Food Microbiology*. 2017;252:42–52.
25. Ganesan B, Weimer BC, Pinzon J, Dao Kong N, Rompato G, Brothersen C, et al. Probiotic bacteria survive in Cheddar cheese and modify populations of other lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*. junho de 2014;116(6):1642–56.
26. Ziaei R, Ghavami A, Khalesi S, Ghasvand R, Mokari\_yamchi A. The effect of probiotic fermented milk products on blood lipid concentrations: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2021;31(4):997–1015.
27. Ejtahed HS, Mohtadi-Nia J, Homayouni-Rad A, Niafar M, Asghari-Jafarabadi M, Mofid V. Probiotic yogurt improves antioxidant status in type 2 diabetic patients. *Nutrition*. 2012;28(5):539–43.
28. Cruz AG, Antunes AEC, Sousa ALOP, Faria JAF, Saad SMI. Ice-cream as a probiotic food carrier. *Food Research International*. 2009;42(9):1233–9.
29. Mortazavian AM, Ehsani MR, Azizi A, Razavi SH, Mousavi SM, Sohrabvandi S, Reinheimer JA. Viability of calcium alginate microencapsulated probiotic bacteria in Iranian yogurt drink (Doogh) during refrigerated storage and under simulated gastrointestinal conditions. *Journal of Dairy Technology*, v.63, p. 25-30, 2008.
30. Zanjani SY, Eskandari MR, Kamali K, Mohseni M. The effect of probiotic bacteria (*Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium lactis*) on the accumulation of lead in rat brains. *Environmental Science and Pollution Research*. 1º de janeiro de 2017;24(2):1700–5.

31. Rodrigues FJ, Cedran MF, Garcia S. Influence of Linseed Mucilage Incorporated into an Alginate-Base Edible Coating Containing Probiotic Bacteria on Shelf-Life of Fresh-Cut Yacon (*Smallanthus sonchifolius*). *Food and Bioprocess Technology*. 1º de agosto de 2018;11(8):1605–14.
32. Bambace MF, Alvarez MV, Moreira M del R. Novel functional blueberries: Fructo-oligosaccharides and probiotic lactobacilli incorporated into alginate edible coatings. *Food Research International*. 2019;122:653–60.
33. Salmerón I, Thomas K, Pandiella SS. Effect of potentially probiotic lactic acid bacteria on the physicochemical composition and acceptance of fermented cereal beverages. *Journal of Functional Foods*. 2015;15:106–15.
34. Amorim JC, Piccoli RH, Duarte WF. Probiotic potential of yeasts isolated from pineapple and their use in the elaboration of potentially functional fermented beverages. *Food Research International*. 2018;107:518–27.
35. Pereira ALF, Rodrigues S. Chapter 15 - Turning Fruit Juice Into Probiotic Beverages. Em: Rajauria G, Tiwari BK, organizadores. *Fruit Juices* [Internet]. San Diego: Academic Press; 2018. p. 279–87. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128022306000151>.
36. Luciano WA, Matte TC, Portela IA, Medeiros LL de, Lima M dos S, Maciel JF, et al. Effects of *Lactobacillus acidophilus* LA-3 on physicochemical and sensory parameters of açaí and mango based smoothies and its survival following simulated gastrointestinal conditions. *Food Research International*. 2018;114:159–68.
37. Morais SGG, Borges G da SC, Lima M dos S, Martín-Belloso O, Magnani M. Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. *Food Research International*. 2019;126:108681.
38. Schramm C, Bezerra R, Moraes A de. Desenvolvimento e caracterização de sorvete probiótico à base de biomassa de banana verde acrescido de alimentos ricos em compostos fenólicos. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, n. 27, p. 1–1, 2019.
39. Donskey CJ, Hoyen CK, Das SM, Farmer S, Dery M, Bonomo RA. Effect of oral *Bacillus coagulans* administration on the density of vancomycin-resistant enterococci in the stool of colonized mice. *Letters in Applied Microbiology*. julho de 2001;33(1):84–8.
40. Endres JR, Clewell A, Jade KA, Farber T, Hauswirth J, Schauss AG. Safety assessment of a proprietary preparation of a novel Probiotic, *Bacillus coagulans*, as a food ingredient. *Food and Chemical Toxicology*, v. 47, n. 6, p. 1231–1238, 2009.

41. Axel C, Röcker B, Brosnan B, Zannini E, Furey A, Coffey A, et al. Application of *Lactobacillus amylovorus* DSM19280 in gluten-free sourdough bread to improve the microbial shelf life. *Food Microbiology*. 2015;47:36–44.
42. Clemens R, Pressman P. Heyday in grain land. Institute of Food Technology. v.60, n. 11, p.18, 2006.
43. Antunes AEC, Liserre AM, Coelho ALA, Menezes CR, Moreno I, Yotsuyanagi K, et al. Acerola nectar with added microencapsulated probiotic. *LWT - Food Science and Technology*. 2013;54(1):125–31.
44. Guerra A, Martins E, Paula D, Leite Júnior BR, Ribeiro da Silva R, Franco F, et al. Viability and resistance of *Lactobacillus rhamnosus* GG to passion fruit beverages with whey protein isolate. *Brazilian Journal of Food Technology*. março de 2023;26.
45. Ding WK, Shah N. Survival of Free and Microencapsulated Probiotic Bacteria in Orange and Apple Juices. *International Food Research Journal*. janeiro de 2008;15:219–32.
46. Anekella K, Orsat V. Optimization of microencapsulation of probiotics in raspberry juice by spray drying. *LWT - Food Science and Technology*. 2013;50(1):17–24.
47. Fonteles T, Costa M, De Jesus AL, Fontes C, Fernandes F, Rodrigues S. Stability and Quality Parameters of Probiotic Cantaloupe Melon Juice Produced with Sonicated Juice. *Food and Bioprocess Technology*. outubro de 2013;6.
48. Moreira RM, Martins ML, Júnior BR de CL, Martins EMF, Ramos AM, Cristianini M, et al. Development of a juçara and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. *LWT*. 2017;77:259–68.
49. Campos P, Martins E, Martins M, Martins A, Leite Júnior BR, Ribeiro da Silva R, et al. In vitro resistance of *Lactobacillus plantarum* LP299v or *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by vegetable appetizer. *LWT*. agosto de 2019;116:108512.
50. Campos R, Martins E, Pires B, Campos A, Ramos A, Leite Júnior BR, et al. In vitro and in vivo resistance of *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) juice to the gastrointestinal tract. *Food Research International*. outubro de 2018;116.
51. Furtado LL, Martins ML, Ramos AM, Silva RR da, Leite Junior BR de C, Martins EMF. Viabilidade de bactérias probióticas em suco tropical de manga e resistência das estirpes às condições gastrointestinais simuladas in vitro. *Sem. Ci. Agr.* [Internet]. 15º de fevereiro de 2019 [citado 22º de dezembro de

2023];40(1):149-62. Disponível em:  
<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/33265>.

52. Pires B de A, Campos RC de AB, Canuto JW, Dias T de MC, Martins EMF, Licursi L, et al. Lactobacillus rhamnosus GG in a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) beverage and its survival in the human gastrointestinal tract. *LWT*. 2020;134:110028.

53. Prates FC, de Castro Leite Júnior BR, Martins EMF, Cristianini M, da Silva RR, da Rocha Campos AN, et al. Development of a mixed jussara and mango juice with added Lactobacillus rhamnosus GG submitted to sub-lethal acid and baric stresses. *Journal of Food Science and Technology*. 1º de dezembro de 2020;57(12):4524–32.

54. Miranda JS, Costa BV, Oliveira IV de, Lima DCN de, Martins EMF, Júnior BR de CL, et al. Probiotic jelly candies enriched with native Atlantic Forest fruits and *Bacillus coagulans* GBI-30 6086. *LWT*. 2020;126:109275.

55. Ribeiro LR, Matias TG, Dias T de MC, Campos RC de AB, Martins ML, Júnior BR de CL, Ramos AM, Martins EMF. Pêssego minimamente processado enriquecido com bactérias probióticas / Minimally processed peach as enriched with probiotic bacteria. *Braz. J. Develop.* [Internet]. 2020 Sep. 14 [cited 2023 Dec. 22];6(9):67683-98. Available from:  
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/16519>.

56. Montanari SR, Júnior BR de CL, Martins ML, Ramos AM, Binoti ML, Campos RC de AB, et al. In vitro gastrointestinal digestion of a peanut, soybean, guava and beet beverage supplemented with Lactobacillus rhamnosus GG. *Food Bioscience*. 2020;36:100623.

57. De Oliveira PM, Leite Júnior BR de C, Martins EMF, Martins ML, Vieira ÉNR, de Barros FAR, et al. Mango and carrot mixed juice: a new matrix for the vehicle of probiotic lactobacilli. *Journal of Food Science and Technology*. 1º de janeiro de 2021;58(1):98–109.

58. Emiliano G dos S, Cunha RA, Rodrigues CHG, Calsavara JFV, Leandro SP, Antunes DJ de P, Campos RC de AB, Martins EMF, Martins ML. In vitro gastrointestinal resistance of Lactobacillus rhamnosus GG in passion fruit drinks added with whey. *RSD* [Internet]. 2022Dec.1 [cited 2023Dec.22];11(16):e105111637763. Available from:  
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37763>.

59. Miranda JS, Pereira CV de AC, Andrade ME de, Vargas SOE, Oliveira MM de, Lima DCN de, et al. Impact of adding milk whey, probiotic and prebiotic in

passion fruit drinks / Impacto da adição de soro, probiótico e prebiótico em bebidas de maracujá. *Brazilian Journal of Development*. abril de 2022;8(4):30484–504.

60. Rivera-Espinoza Y, Gallardo-Navarro Y. Non-dairy probiotic products. *Food microbiology*, v. 27, n. 1, p. 1-11, 2010.

61. Coelho SR, Lima ÍA, Martins ML, Júnior AAB, Filho R de AT, Ramos A de LS, et al. Application of *Lactobacillus paracasei* LPC02 and lactulose as a potential symbiotic system in the manufacture of dry-fermented sausage. *LWT*. 2019;102:254–9.

62. Sirini N *et al.* Effect of chestnut flour and probiotic microorganism on the functionality of dry-cured meat sausages. *Lwt, [s. l.]*, v. 134, n. September, 2020.

63. Cuevas-González PF, Liceaga AM, Aguilar-Toalá JE. Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. *Food Research International*, v. 136, p. 109502, 2020.

64. Taverniti V, Guglielmetti S. The immunomodulatory properties of probiotic microorganisms beyond their viability (ghost probiotics: proposal of paraprobiotic concept). *Genes & nutrition*, v. 6, n. 3, p. 261-274, 2011.

65. De Almada C, Almada C, Martinez R, Sant'Ana A. Paraprobiotics: Evidences on their ability to modify biological responses, inactivation methods and perspectives on their application in foods. *Trends in Food Science & Technology*. outubro de 2016;58.

66. Barros CP, Guimarães JT, Esmerino EA, Duarte MCK, Silva MC, Silva R, Ferreira BM, Sant'ana, Freitas MQ, Cruz AG. Paraprobiotics and postbiotics: concepts and potential applications in dairy products. *Current Opinion in Food Science*, v. 32, p. 1-8, 2020.

67. Aguilar-Toalá JE, Garcia-Varela R, Garcia HS, Mata-Haro V, González-Córdova AF, Vallejo-Cordoba B, Hernández-Mendoza. Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science and Technology*, v. 75, p. 105-114, 2018.

68. Nishida K, Sawada D, Kuwano Y, Tanaka H, Sugawara T, Aoki Y, Fujiwara S, Rokutan K. Daily administration of paraprobiotic *Lactobacillus gasseri* CP2305 ameliorates chronic stress-associated symptoms in Japanese medical students. *Journal of Functional Foods*, v. 36, p. 112-121, 2017.

69. Nataraj BH, Ali SA, Behare PV, Yadav H. Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. *Microbial cell factories*, v. 19, n. 1, p. 1-22, 2020.

70. Morniroli D, Vizzari G, Consales A, Mosca F, Gianni ML. Postbiotic Supplementation for Children and Newborn's Health. *Nutrients*, v. 13, n. 3, p. 781, 2021.
71. Patil S, Sawant S, Hauff K, Hampp G. Validated postbiotic screening confirms presence of physiologically-active metabolites, such as short-chain fatty acids, amino acids and vitamins in Hylak® Forte. *Probiotics and antimicrobial proteins*, v. 11, n. 4, p. 1124-1131, 2019.
72. Salazar-Lindo E, Figueroa-Quintanilla D, Caciono MI, Reto-Valiente V, Chauviere G, Colin P, Lacteol Acteol Study Group. Effectiveness and safety of *Lactobacillus LB* in the treatment of mild acute diarrhea in children. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, v. 44, n. 5, p. 571-576, 2007.
73. Almada CN, Almada-Érix CN, Costa WK, Graça JS, Cabral L, Noronha MF, Gonçalves AESS, Santos A, Lollo PC, Magnani M, Sant'ana AS. Wheat-durum pasta added of inactivated *Bifidobacterium animalis* decreases glucose and total cholesterol levels and modulates gut microbiota in healthy rats. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, p. 1-13, 2021.
74. Parvarei MM, Fazeli MR, Mortazavian AM, Nezhad SS, Mortazavi SA, Golabchifar AA, Khorshidian N. Comparative effects of probiotic and paraprobiotic addition on microbiological, biochemical and physical properties of yogurt. *Food Research International*, v. 140, p. 110030, 2021.
75. Fernández-Murga ML, Sanz Y. Safety Assessment of *Bacteroides uniformis* CECT 7771 Isolated from Stools of Healthy Breast-Fed Infants. *Plos One*, v. 11, n.1, p. 1 – 22, 2016.
76. El Hage R, Hernandez-Sanabria E, Van de Wiele T. Emerging Trends in “Smart Probiotics”: Functional Consideration for the Development of Novel Health and Industrial Applications. *Frontiers in Microbiology*, v. 8, n.1889, p 1 – 11, 2017.
77. Engels C, Ruscheweyh HJ, Beerenwinkel N, Lacroix C, Schwab C. The Common Gut Microbe *Eubacterium hallii* also Contributes to Intestinal Propionate Formation. *Front. Microbiol*, v.7, p. 713, 2016.
78. Li C, Niu Z, Zou M, Liu S, Wang M, Gu X, Lu H, Tian H, Jha R. Probiotics, prebiotics, and synbiotics regulate the intestinal microbiota differentially and restore the relative abundance of specific gut microorganisms. *Journal of Dairy Science*, v.103, n.7, 2020.
79. Breyner NM, Michon C de SCS, Boas PB, Cadeia F, Azevedo VA, Langella P, Chatel JM. Microbial Anti-Inflammatory Molecule (MAM) from *Faecalibacterium prausnitzii* Shows a Protective Effect on DNBS and DSS-Induced



Colitis Model in Mice through Inhibition of NF- $\kappa$ B Pathway. *Front Microbiol*, v. 8, p. 114, 2017.

80. Cani PD, de Vos WM. Next generation beneficial microbes: the case of *Akkermansia muciniphila*. *Front Microbiol*, v. 8, p. 1765, 2017.

81. Martin R, Humaran LGH, Langella P. Searching for the bacterial effector: the example of the multi-skilled commensal bacterium *Faecalibacterium prausnitzii*. *Front Microbiol*, v. 9, p. 346, 2018.

82. Carmo MRS do, Rocha RS, Guimarães JT, Pimentel TC, Celso F, Balthazarb CF, Esmerinob EA, Cruz AG. Probióticos de Nova Geração: Benefícios e Aplicações em Alimentos. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v.1, n.10, p.63-73, 2020.

83. Delgado S, Sanchez B, Margolles A, Madiedo PR, Ruiz L. Molecules Produced by Probiotics and Intestinal Microorganisms with Immunomodulatory Activity. *Nutrients*, v.12, n. 391 p. 1-14, 2020.

84. Douillard FP, Vos WM de. Biotechnology of health promoting bacteria. *Biotechnology Advances*, v. 37, n. 6, e.30876799, 2019.

**LEITELHO: Processamento, composição e aproveitamento**

Vanessa Cortina Zanetti \*; Mariana Aguiar Cargnin ; Eliza Rodrigues Acosta ; Ana Beatriz de Oliveira Capistrano ; Mirian Cristina Feiten ; Alyne Alves Nunes Oliveira 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [vanecortinazanetti@gmail.com](mailto:vanecortinazanetti@gmail.com)

**Resumo:** O leitelho é um subproduto do processamento de manteiga, que apresenta propriedades funcionais de interesse aos processos tecnológicos de alimentos, bem como funções nutricionais e benéficas à saúde. Em vista disso, o objetivo deste trabalho foi apresentar os diferentes tipos de leitelho, sua composição nutricional e aplicações. Esse produto é rico em membranas do glóbulo de gordura do leite, que são compostas principalmente por proteínas e fosfolípidios. Esses últimos conferem ao subproduto propriedades emulsificantes em alimentos. O leitelho doce é produzido a partir da batidura do creme de leite fresco, enquanto o leitelho azedo é o subproduto gerado durante a batidura do creme de leite fermentado. A extração do leitelho deve ser efetuada em temperaturas entre 10 e 15 °C e sua aplicação pode ser realizada em diversos produtos da área de panificação, bebidas e outros setores da indústria alimentícia, além de ser um bom agente encapsulante e protetor de compostos bioativos e microrganismos probióticos. Portanto, pode ser aplicado, na forma líquida ou em pó, para melhora tecnológica, sensorial e valorização nutricional.

**Palavras-chave:** fosfolípidios; leitelho azedo; leitelho doce; MGGL; subproduto

## INTRODUÇÃO

O leitelho, ou *buttermilk*, é um dos subprodutos mais importantes do processamento de derivados lácteos, comumente utilizado na alimentação animal, mas que vem chamando a atenção da indústria de processamento de alimentos devido ao seu potencial de aplicação em misturas secas, produtos de panificação e em outros derivados lácteos (1).

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), artigo 404 do decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, entende-se por leitelho, o produto lácteo resultante da batida do creme pasteurizado durante o processo de fabricação da manteiga, podendo ser apresentado na forma líquida, concentrada ou em pó (2). Este subproduto lácteo contém fosfolipídios oriundos das membranas do glóbulo de gordura do leite (MGGL), além de compostos como água, proteínas lácteas, lactose e minerais (3). A MGGL é uma camada biológica tripla que envolve e estabiliza os triglicerídeos do glóbulo de gordura do leite da fase aquosa. Essa liberação pode ser feita por diversas formas como agitação, homogeneização, aeração e aquecimento e, quando livre, após a inversão das fases lipídica e aquosa, ocorre a liberação de leitelho e soro de manteiga, ricos em MGGL (4).

Em 2021, segundo dados de *Tridge Fulfillment Solution* (5), a Alemanha foi a maior exportadora de leitelho, com um ganho de 329,6 milhões de dólares e a Itália o maior importador, com um custo de 177,1 milhões de dólares. No entanto, o Brasil representa apenas 0,03% das exportações, com um volume de 471,06 mil toneladas métricas exportadas, e uma importação de 2,55 milhões de toneladas métricas.

No entanto, esse subproduto é fonte de ingredientes funcionais relacionados aos processos tecnológicos de alimentos, e o seu consumo proporciona benefícios à saúde (6). Na indústria láctea, o leitelho é obtido a partir do creme doce e azedo, e a sua estrutura única é promotora de inúmeras aplicações, como estabilizante e emulsificante (7, 8). A sua ação funcional no organismo se dá principalmente no controle do colesterol e presença de antioxidantes (9). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi apresentar os diferentes tipos de leitelho obtidos do processamento da manteiga e sua composição nutricional, bem como formas de aproveitamento e aplicações industriais.

## TIPOS DE LEITELHO

Existem dois tipos de leitelho produzidos diretamente do creme de leite, o leitelho doce e o leitelho azedo. O leitelho doce é produzido a partir da batida do creme de leite fresco, de forma que, em condições industriais, ele é o subproduto da manteiga. O leitelho doce é a principal fonte do leitelho comercial, no entanto, esse tipo de produto apresenta um curto prazo de validade, até 1 semana a 4 – 7 °C, dificultando a sua comercialização (10, 7).

O leitelho azedo é um subproduto da manteiga, obtido a partir da fermentação do creme de leite, com bactérias ácido lácticas mesófilas. Para que esse produto tenha suas características de aroma e sabor característicos, é necessário que o leite tenha quantidade suficiente de ácido cítrico, que pode variar de acordo com as estações do ano e a alimentação do animal. Para isso, pode ser realizada uma complementação com adição de 0,10 a 0,20% de ácido cítrico ou citrato de sódio, para que as bactérias fermentadoras consigam produzir um nível suficiente de diacetil (10). O diacetil é um dos principais componentes responsáveis pelo aroma característico de manteiga, proveniente da oxidação da acetoína, formada por processos metabólicos iniciados a partir do ácido cítrico (11).

O leite fermentado apresenta características específicas provenientes da cultura mesofílica utilizada, como a consistência típica, devido à coagulação das proteínas do leite pelo ácido láctico, e o aroma característico. Além disso, também apresenta textura espessa e viscosa (10).

## PROCESSAMENTO DO LEITELHO

O leite pode ser elaborado de duas diferentes formas a fim de se obter dois produtos distintos, o leite doce ou o leite azedo. A Figura 1 apresenta o fluxograma de produção de ambos os tipos de produto.

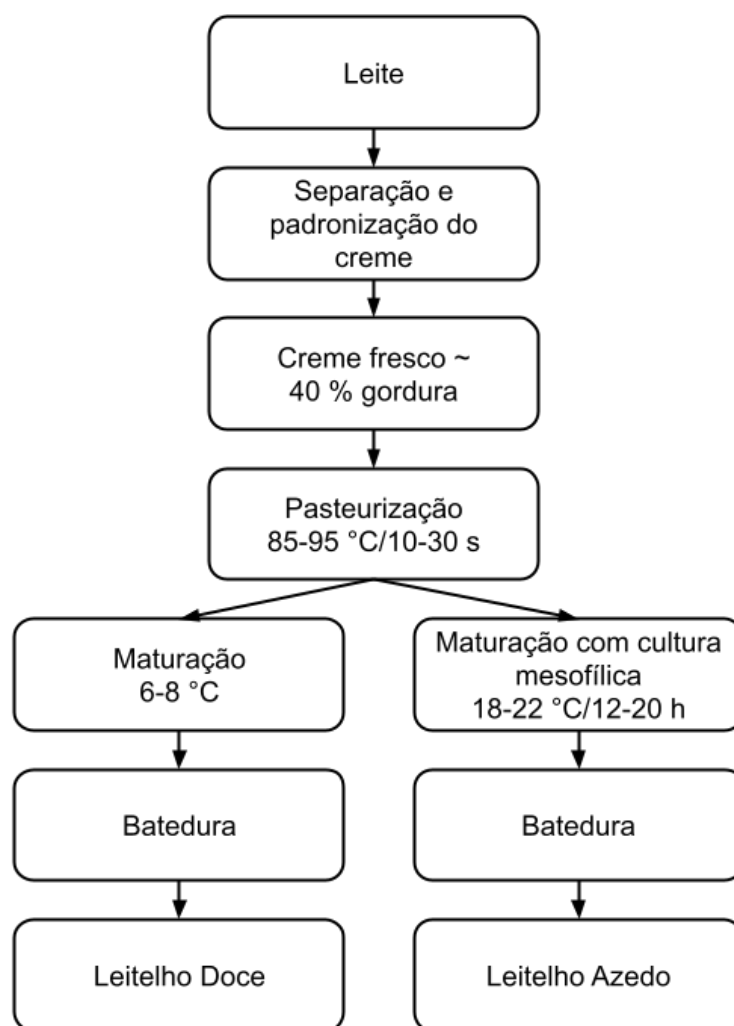


Figura 11 – Fluxograma de produção de leite doce e azedo  
Fonte: Adaptado de Barukčić et al. (12).

Quando o leite chega para o processamento é realizada a separação da gordura e sua padronização em 40%. Antes da pasteurização, deve-se verificar a acidez do leite, ideal entre 15 e 20 °D, para evitar a sua coagulação na etapa de pasteurização. Se a acidez estiver acima do esperado, é necessária a neutralização, a qual pode ser realizada a partir da adição

de sal neutralizante (ortofosfato de sódio, carbonato de sódio, bicarbonato de sódio, hidróxido de sódio e/ou hidróxido de cálcio) em até 2 g/Kg de creme (13). Esse creme é pasteurizado de 85 a 95 °C, por 10 a 30 segundos, inativando a fosfatase alcalina como medida de controle, para garantir a segurança microbiológica dos produtos (14). Então, é resfriado entre 20 e 25 °C e, em seguida, é direcionado para a produção do tipo específico de leite (doce ou azedo) (15).

Para elaboração do leite azedo, após o resfriamento é feita a maturação do creme. O processo de incubação da cultura e fermentação do creme dura entre 15 e 20 horas, alcançando pH entre 4,6 e 4,7. Durante a fermentação ocorre a formação de coágulos que são quebrados posteriormente por agitação (batedura). A parada da fermentação se dá pelo resfriamento da mistura, 15 minutos antes do batimento (10).

No processo de bater, tanto do doce quanto do azedo, o leite é separado da manteiga através da utilização de peneiras, que irão reter o sólido na saída da bateira. Nesta etapa ocorre a inversão de fase da emulsão que, inicialmente, é gordura em água (creme), para água em gordura (manteiga). Durante o processo, as bolhas de ar formadas colapsam os glóbulos de gordura, de forma que a gordura mais interna dos glóbulos saia e fique em volta das bolhas de ar. Quando essas bolhas coalescem, as partículas de gordura se agregam, formando glóbulos maiores, rodeados pelo leite (14, 16).

A temperatura de refrigeração mais recomendada para o processo de bater varia de 10 a 15 °C, de forma que temperaturas superiores a 13 °C promovem a maior concentração de gordura no leite, e menor rendimento de manteiga. No entanto, temperaturas inferiores a 5 °C apresentam um teor de gordura sólida elevado, resultando em maior tempo de batimento, em glóbulos menores de manteiga. No fim do processo, o leite é removido por drenagem, com auxílio de peneiras (14).

## COMPOSIÇÃO

Devido ao processo de bater, o leite é rico em MGGL, que é composto por proteínas e fosfolípidios, estes principalmente, glicerofosfolípidios e esfingolipídios (17). Os fosfolípidios são caracterizados como lípidios polares, que contêm um grupo fosfato carregado, de forma que suas propriedades iônicas são importantes na função emulsificante (18). Os fosfolípidios são anfifílicos, ou seja, conseguem interagir com meios polares e apolares. Na sua estrutura, o mesmo apresenta uma parte da cadeia apolar, formada por ácidos graxos, e outra parte polar, contendo o fosfato e outro grupo carregado, polares (19, 16). Além da função emulsificante, os fosfolípidios também possuem a capacidade de reduzir a tensão superficial no limite “líquido - ar”, auxiliando na formação de espumas (20). O leite, comparado com leite integral, possui 7 vezes mais fosfolípidios em sua composição, sendo 0,89 mg/g para o leite e 0,12 mg/g para o leite integral (10). Dados encontrados na pesquisa de Sodini et al. (7) apresentaram valores de fosfolípidios de 1,27% e 1,15%, em matéria seca, para leite doce e leite azedo, respectivamente.

Em relação à composição nutricional, os dados obtidos de Sodini et al. (7), descritos em matéria seca, relacionada ao leite doce, apresentam a composição de proteínas de 31,50%, gordura de 13,10%, cinzas de 6,70%, lactose de 48,70% e um valor de pH de 6,61. Já o leite azedo apresentou um teor proteico de 27,80%, gordura de 22,30%, cinzas de 6,20%, lactose de 43,70% e pH 5,39. Os teores de gordura apresentados estão acima dos valores encontrados em leites comerciais (5,70 – 7,20%). Esses resultados se justificam pela não realização de uma centrifugação do leite para a remoção de gordura que ficou

retida no líquido na etapa de batidura da manteiga. Em relação aos valores de pH, o pH do leite doce ficou próximo ao encontrado em leite desnatado (pH 6,5 e 6,6, respectivamente), já o leite fermentado apresentou um valor inferior, de 5,39, como esperado, obtido a partir dos produtos da fermentação do creme, os quais reduzem o pH pela acidificação (7). Os valores de lactose encontrados por Sodini et al. (7) foram semelhantes ao encontrado por Lemos et al. (21) para o leite liofilizado (48,70%), além de umidade de 93,95% para o leite doce.

O leite é uma boa fonte de minerais, tais como: cálcio, fósforo, zinco, potássio, iodo e molibdênio, além das vitaminas riboflavina (B2), cobalamina (B12) e ácido pantotênico (B5) (22). A sua composição se assemelha ao leite desnatado e ao soro de leite, apresentando valores superiores de gorduras (6 – 20%) (7). A quantidade de cálcio presente no leite com baixo teor de gordura corresponde a 28%, de forma que o consumo de 500 mL de leite permite atingir as necessidades diárias de cálcio do organismo (1000 mg). Essa grande quantidade, associada aos demais minerais e proteínas, contribui significativamente para a saúde (23).

Os derivados lácteos, tais como o leite, apresentam em sua composição peptídeos de menor tamanho, com presença de aminoácidos aromáticos e resíduos hidrofóbicos. Esses componentes têm sido utilizados em estudos com desenvolvimento de produtos como ingredientes funcionais, de modo que esses componentes apresentam a atividade de inibição da enzima conversora de angiotensina, que é responsável na regulação da pressão arterial (24). Além disso, os componentes provenientes da MGGL possuem efeitos benéficos no organismo contra doenças crônicas generalizadas, como câncer, obesidade e diabetes (25).

## **APLICAÇÕES**

O leite é um dos maiores subprodutos da indústria de lácteos, apresentando uma alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sendo duas vezes maior que o soro de leite, devido à sua composição. Esse alto valor de DBO promove um maior dano ambiental quando descartado sem um tratamento de efluentes adequado (26, 27). Para evitar possíveis danos, ainda observando as suas propriedades tecnológicas e benefícios à saúde advindos de seu consumo, o leite torna-se um subproduto com potencial aplicação como ingrediente de diferentes produtos. O leite pode ser utilizado na forma líquida ou em pó, produzido por evaporação e pulverização (7), sendo a última forma melhor para aumentar a vida útil do produto, além de favorecer o seu transporte e armazenamento (28).

Na forma líquida, o leite pode ser comercializado pasteurizado para incorporação em formulações ou preparos alimentícios na gastronomia e/ou culinária (29), principalmente em carnes brancas e vermelhas marinadas, pois as características de composição em gordura e proteínas conferem sabor e textura diferenciados aos pratos. O leite pode também ser encontrado em pré-misturas para panquecas, molhos para saladas, em pó para preparo de outros alimentos, além de ser utilizado na formulação de cosméticos. Industrialmente, sua aplicação principal se dá na produção de pães, bolos, biscoitos e outros produtos de panificação (7), além da utilização em sorvetes (27), chocolates (6) e queijos (6).

O uso mais recente de leite é na forma de bebidas. As bebidas à base de leite podem ser com adição de frutas, adição de ingredientes funcionais ou bebidas carbonatadas (12). Meshram (30) desenvolveu um método para incorporação de sucos de frutas em formulações de bebidas à base de leite. O estudo utilizou sucos de manga, laranja e banana, sendo a bebida adicionada de manga a que mais agradou o painel sensorial. Outra



aplicação foi a adição de ingredientes funcionais em bebida à base de leite, desenvolvida por Mudgil e Barak (22). Os autores adicionaram goma guar, que se apresenta como uma fibra solúvel, ao leite. Essa adição auxiliou na redução da separação de fases, apresentando uma bebida com resultado satisfatório.

A aplicação do processo de carbonatação também é uma alternativa para a comercialização deste produto. O estudo de Shaikh e Rathi (31) com aplicação de frutas em bebidas carbonatadas de leite apresentaram grande aceitação sensorial, por parte dos analistas, tanto em relação à cor, sabor e aroma, mas também em relação ao teor nutricional do produto, com presença das vitaminas A, C e o cálcio.

Outro produto que pode ser produzido a partir do leite é o queijo *quark*. Ele é produzido da mesma forma que um queijo *quark* tradicional, mudando apenas a matriz láctea. O leite doce é pasteurizado a 72 °C/40 s, resfriado de 28 a 30 °C, acidificado e coagulado até alcançar o pH 4,6, seguindo posteriormente para elaboração do queijo tradicional (32).

O leite também pode ser utilizado como material encapsulante para compostos bioativos e probióticos (1). Ahlawat, Basak e Ananthanarayan (28) desenvolveram um *buttermilk* em pó probiótico em equipamento de *spray-drying*, com utilização de protetores térmicos para garantir a viabilidade das bactérias probióticas após a secagem. Os probióticos conseguiram passar pela secagem a 150 °C além de o produto ter uma validade de 49 dias armazenado a 4 °C. Zhang et al. (33) utilizaram o leite como material de parede na encapsulação de óleo de algas rico em ômega-3 por *spray-drying* e concluíram que o leite foi um efetivo protetor, podendo ser utilizado puro ou, no caso da pesquisa, com 50% de maltodextrina, apresentando boa eficiência de encapsulamento, estabilidade à oxidação, além de aumentar as propriedades funcionais das microcápsulas pela presença de MGGL.

Os fosfolípidios presentes no leite são uma boa fonte de colina (vitamina B8) (fosfatidilcolina representa 35% e esfingomielina 25% da composição de fosfolípidios), sendo uma ótima opção para incrementar as fórmulas infantis, de modo a imitar o conteúdo do leite humano, fornecendo aos bebês a quantidade de colina necessária durante o período perinatal (1, 8). Azarcoya-Barrera et al. (34) cita que a colina e suas formas lipossolúveis (esfingomielina e fosfatidilcolina) são importantes para o desenvolvimento do sistema imunológico e que o leite é um alimento rico em ambas as formas.

Como observado, existem inúmeras possibilidades de aplicação do leite nos alimentos, como forma de aproveitamento do subproduto, agregação de valor e redução de danos ambientais, com o seu descarte. Além disso, os produtos adicionados de leite apresentam aumento nutricional, devido à sua composição, e adquirem características físico-sensoriais atrativas e diferenciadas.

## CONCLUSÕES

O leite possui apresentação em dois tipos diferentes de produto, leite doce e leite azedo, obtidos a partir do processo de fabricação da manteiga, com características diferentes de aroma e sabor devido à fermentação que ocorre no leite azedo. No entanto, pode-se concluir que as suas características nutricionais são semelhantes e esse produto pode ser aplicado em inúmeros setores da indústria alimentícia, na forma líquida ou em pó, para melhora tecnológica, sensorial e valorização nutricional.

## REFERÊNCIAS

1. Ali AH. Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics. *Int J Dairy Technol.* 2019;72(2):169–82.
2. Brasil. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União.* 30 mar 2017; Seção 1:3.
3. Makwana M, Hati S. Fermented Beverages and Their Health Benefits. In: *Fermented Beverages.* Elsevier; 2019. p. 1–29.
4. Bourlieu C, Cheillan D, Blot M, Daira P, Trauchessec M, Ruet S, et al. Polar lipid composition of bioactive dairy co-products buttermilk and butterserum: Emphasis on sphingolipid and ceramide isoforms. *Food Chem.* 2018; 240:67–74.
5. Tridge Fulfillment Solution. Buttermilk. 2023. Disponível em: <https://www.tridge.com/intelligences/buttermilk/production>.
6. Eyzaguirre R, Corredig M. Milk Lipids | Buttermilk and milk fat globule membrane fractions. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences.* Elsevier, 2011.
7. Sodini I, Morin P, Olabi A, Jiménez-Flores R. Compositional and Functional Properties of Buttermilk: A Comparison Between Sweet, Sour, and Whey Buttermilk. *J Dairy Sci.* 2006 Feb;89(2):525–36.
8. Vanderghem C, Bodson P, Danthine SM, Paquot M, Deroanne C, Blecker C. Milk fat globule membrane and buttermilks: from composition to valorization. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 14(3): 485-500, 2010.
9. Spitsberg VL. Invited Review: Bovine Milk Fat Globule Membrane as a Potential Nutraceutical. *Journal of Dairy Science.* 2005 Jul;88(7):2289–94.
10. Libudzisz Z, Stepniak L. Fermented milks/buttermilk. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences.* 3 ed. Elsevier, 2002.
11. Guedes KAS. Produção de manteiga (quase)artesanal: o uso de aparatos tecnológicos e de conhecimento da Ciência [Licenciatura em Química]. Brasília: Universidade de Brasília, 2019.
12. Barukčić I, Jakopović KL, Božanić R. Whey and Buttermilk—Neglected Sources of Valuable Beverages. In: *Natural Beverages.* Elsevier; 2019. p. 209–42.
13. Brasil. Instrução Normativa MAPA nº 46, de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de manteiga. *Diário Oficial da União.* 11 mar 1996; Seção 1: 3979.
14. Prudencio EMS, Amboni RDMC, Freire CBF, Verruck S, Esmerino EA, Guimarães JT, et al. Manteiga e creme de leite. In: *Processamento de produtos lácteos: queijos, leites fermentados, bebidas lácteas, sorvete, manteiga, creme de leite, doce de leite, soro em pó e lácteos funcionais.* Vol. 3. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
15. Tillisch K, Labus J, Kilpatrick L, Jiang Z, Stains J, Ebrat B, et al. Consumption of Fermented Milk Product with Probiotic Modulates Brain Activity. *Gastroenterology.* 2013 Jun;144(7):1394-1401.e4.
16. Damodaran S, Parkin KL. *Química de alimentos de Fennema.* 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.
17. Lee H, Padhi E, Hasegawa Y, Larke J, Parenti M, Wang A, et al. Compositional dynamics of the milk fat globule and its role in infant development. *Front Pediatr.* 2018 Oct 24; 6:313.

18. MacGibbon AKH, Taylor MW. Milk Lipids | Phospholipids. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*. 2011 Jan 1;670–4.
19. Mello NF. Bicamadas lipídicas em suportes sólidos: preparação e caracterização por microscopia de força atômica (AFM) [Mestrado em Química]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
20. Deynichenko G, Yudina T, Rudochenko O. Assessment of Quality Level of Buttermilk Milkshakes. *The Advanced Science Journal*. 2014 Mar 31;2014(4):43–6.
21. Lemos DO, Melo DS, Silva LGS, Farias AENO, Balieiro GSDSAL. Avaliação da composição centesimal e propriedades nutricionais do leiteiro. In: *Anais do IV Encontro Nacional da Agroindustria*. Vol 1, 2018.
22. Mudgil D, Barak S. Development of functional buttermilk by soluble fibre fortification. *Agro Food Industry Hi Tech*. 2016 27(2):44-47.
23. Kumar R, Kaur M, Garsa AK, Shrivastava B, Reddy PV, Tyagi A. Natural and cultured buttermilk. In: *Fermented milk and dairy products*. CRC Press/Taylor and Frances, 2015.
24. Dewettinck K, Rombaut R, Thienpont N, Le TT, Messens K, Van Camp J. Nutritional and technological aspects of milk fat globule membrane material. *Int Dairy J*. 2008 May;18(5):436–57.
25. Conway V, Couture P, Gauthier S, Pouliot Y, Lamarche B. Effect of buttermilk consumption on blood pressure in moderately hypercholesterolemic men and women. *Nutrition*. 2014 Jan;30(1):116–9.
26. Silva DJP. Resíduos na indústria de laticínios. Viçosa: UFV, 2011.
27. Ramos I, Silva M, Antunes V, Praxedes C, Oliveira M. Desenvolvimento de sorvete com adição de leiteiro. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2021;24.
28. Ahlawat A, Basak S, Ananthanarayan L. Formulation of a probiotic buttermilk powder using cell protectants by spray drying and estimation of its shelf-stability. *Int Dairy J*. 2023 Jun; 141:105616.
29. Machado EL, Ramos GDM, Antunes VDC. O leiteiro e sua utilização pela indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2022 Apr 25;77(1):43–54.
30. Meshram BD. Buttermilk based fruit juice beverages. *Asian Journal of Dairy and Food Research*. 2015 Dec 19;34(4).
31. Shaikh MFB, Rathi SD. Utilisation of buttermilk for the preparation of carbonated fruit-flavoured beverages. *Int J Dairy Technol*. 2009 Nov;62(4):564–70.
32. Farkye NY. Quark, Quark-like Products, and Concentrated Yogurts. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology: Fourth Edition*. 2017 Jan 1; 1:1103–10.
33. Zhang Y, Pang X, Zhang S, Liu L, Ma C, Lu J, et al. Buttermilk as a wall material for microencapsulation of omega-3 oils by spray drying. *LWT*. 2020 Jun; 127:109320.
34. Azarcoya-Barrera J, Field CJ, Goruk S, Makarowski A, Curtis JM, Pouliot Y, et al. Buttermilk: an important source of lipid soluble forms of choline that influences the immune system development in Sprague–Dawley rat offspring. *Eur J Nutr*. 2021 Aug 8;60(5):2807–18.

## INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS: REVISÃO

Mateus Vinícius Carvalho Simões <sup>1</sup>; Amanda Iamaguchi Fantini Ribeiro   
;Rafaela Corrêa Pereira ; Clara Suprani Marques ; Alessandra de Fátima  
Barcelos 

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Engenharia de Alimentos – IFMG Campus Bambuí - Email: mateusvini3004@gmail.com

**Resumo:** Nos dias de hoje, a indústria alimentícia está vivenciando uma revolução significativa com a incorporação da inteligência artificial (IA) em diversos setores e serviços, como no processamento e desenvolvimento de produtos alimentícios, controle de qualidade e gerenciamento de resíduos. Estes modelos algorítmicos, executam tarefas complexas com precisão e rapidez, auxiliando na redução de custos e mão de obra, aumento da eficiência e promoção da sustentabilidade. Desta forma, para o sucesso da implementação da IA dentro da indústria de alimentos é essencial investir em bancos de dados de alta qualidade com algoritmos aprimorados e uma abordagem de aprendizagem contínua que permita a adaptação e evolução de acordo com as mudanças de mercado e nas demandas dos consumidores. Com o potencial dessa tecnologia ainda em expansão, espera-se que sua adoção continue a crescer, transformando positivamente a indústria alimentícia e tornando-a mais inovadora, eficiente e responsável. Desta forma, o objetivo desta revisão é analisar como esta tecnologia é abordada dentro destes setores da indústria de alimentos e quais desfechos são esperados.

**Palavras-chave:** alimentos; indústria; inteligência artificial; processos

### INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência da computação que tem como objetivo desenvolver sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente demandam inteligência humana, como aprender, raciocinar e resolver problemas. A IA vem causando uma profunda transformação na sociedade, e essas mudanças estão se tornando cada vez mais evidentes nos dias de hoje (1). Alguns exemplos dessa influência podem ser observados em sistemas de localização, entretenimento por streaming, bots inteligentes em canais de atendimento e em redes sociais, smartphones e a recente IA, como o ChatGPT-3.5 da OpenAI (2).

Vários outros setores são beneficiados com a inserção da IA, como na área da saúde, possibilitando diagnósticos mais rápidos e precisos, no setor financeiro, utilizada para análise de riscos, previsão de mercado e otimização dos investimentos, na educação

desempenhando um papel na personalização da aprendizagem, adaptando os conteúdos educacionais às necessidades individuais dos alunos, na evolução do transporte, com sistemas de roteirização inteligente, otimizando os trajetos melhorando a eficiência logística (3,4,5).

Hoje em dia, a busca por garantia da qualidade, redução de custos, diminuição de falhas operacionais e prevenção de defeitos tem aumentado drasticamente e conforme isto, a Indústria 4.0 caracteriza pela utilização de sistemas computacionais para atender aos requisitos ágeis e dinâmicos de produção e melhorar a eficácia de processos industriais, auxiliando na tomada de decisão, a fim de aumentar a produtividade e diminuir a intervenção humana (6).

O aprendizado de máquina ou *machine learning* é um componente essencial da inteligência artificial, permitindo que sistemas aperfeiçoem por conta própria com base na experiência adquirida, englobando diferentes abordagens, como a aprendizagem com exemplos, detectar padrões nos dados e aprimorar-se por meio de tentativa e erro (7).

Contudo, é importante notar que a dependência excessiva da IA pode tornar as pessoas incapazes de realizar tarefas sem a ajuda da tecnologia. Além disso, o uso indiscriminado pode resultar em violações de privacidade, uma vez que a tecnologia frequentemente coleta e processa grandes quantidades de dados. Portanto, é necessário levar em conta os desafios e considerações éticas associadas a esses modelos de IA. A complexidade inerente a alguns modelos resulta na dificuldade de compreender algumas informações no qual, pode gerar desconfiança e incerteza, especialmente em aplicações críticas, como diagnósticos médicos ou decisões judiciais automatizadas (8, 9). O viés algorítmico tem levantado uma preocupação significativa sobre a equidade e imparcialidade das aplicações na IA em diversos setores e a busca por métodos de mitigação de viés tornando fundamental para garantir que a IA não perpetue decisões discriminatórias (10, 11).

À medida que a inteligência artificial (IA) vem crescendo e evoluindo de um conceito fictício para uma tecnologia aplicável nos processos da indústria de alimentos, existe uma necessidade de analisar como este tema está sendo abordado dentro de alguns setores da indústria atualmente. Este trabalho tem como objetivo explorar os aspectos de cada tema a fim de fomentar o debate e a reflexão sobre suas implicações.

## **PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS**

O processo de forneamento de pães e biscoitos passa por diversas transformações em sua estrutura e aparência em função da perda de massa (água evaporada), e escurecimento na superfície decorrente das reações de Maillard e caramelização. Nestes produtos alimentícios, a cor é um elemento de avaliação de qualidade associada a formação de componentes que afetam o sabor e aroma do produto, sendo o controle de alguns processos realizado de maneira visual por operador treinado, porém essa abordagem pode ser suscetível a falhas no processo prejudicando a qualidade do produto final. Tendo em vista estas informações, a modelagem de processos é particularmente importante para a indústria de alimentos, permitindo o entendimento e conhecimento com antecedência dos resultados de um processo, possibilitando a tomada de decisão e quando necessário a realização de ações corretivas e/ou preventivas (12).

Os modelos cinéticos de primeira e segunda ordem têm sido propostos para prever as mudanças de cor e tiveram como base em evidência de que as reações de Maillard e de caramelização seguem cinética de ordem zero ( $n=0$ ) ou de ordem “mista” ( $0 < n < 1$ ). Com



isso, as pesquisas mais recentes indicam que tais reações demonstram um comportamento mais complexo, persistindo como um grande desafio a ser superado, devido a baixa capacidade de generalização destes modelos ou dependência de variáveis de complexa mensuração (como a temperatura e umidade), limitando sua aplicação prática (12).

Para superar essas limitações, são desenvolvidos modelos de inteligência artificial (IA) visando a aprimoração da eficiência destes processos. Entretanto, nem sempre esses modelos alcançam sucesso em suas aplicações, sendo necessário a revisão do tamanho e a qualidade do banco de dados e a abordagem de aprendizagem incremental que são fatores que desempenham um papel crucial no sucesso da modelagem de dados. Em modelos de IA baseados em imagens, é fundamental reconhecer que as cores registradas pelos sensores são significativamente afetadas pelo tipo e pela intensidade da iluminação. Dessa forma, é essencial o aprimoramento do algoritmo durante o processo de captura das imagens (12,13).

Na indústria de alimentos, as operações unitárias envolvem uma combinação de procedimentos para atingir as modificações desejadas nas matérias-primas. A operação unitária de secagem é uma etapa criteriosa e complexa, pois deve ser empregado a redução do consumo de energia e a minimização da degradação dos compostos bioativos do alimento (14). A acerola, se destaca em termos nutricionais sendo reconhecida por seu alto teor de vitamina C, no qual, vários fatores influenciam a cinética de degradação desta vitamina (15). No estudo de Ribeiro (16), a quantidade de vitamina C no suco concentrado de acerola no final do processo de secagem pode ser predita por modelos algorítmicos com baixo RMSE (Erro Quadrado Médio), produzindo resultados muito próximos aos dados reais, demonstrando viabilidade dos usos destes algoritmos a nível industrial. Portanto, a presença de dados iniciais confiáveis para o treinamento desses algoritmos, como observado no estudo fornecido por empresas de controle de qualidade, teve um impacto significativo no desempenho final.

## **DESENVOLVIMENTO DE NOVO PRODUTO ALIMENTÍCIO**

Em meio a um mercado competitivo, a indústria de alimentos está constantemente em busca de inovações que atendam às expectativas dos consumidores, alinhadas com as tendências alimentares globais. A Inteligência Artificial (IA) desempenha um papel importante com a realização de tarefas complexas com alta precisão e baixo risco de falhas, resultando em uma redução significativa de custos, devido a antecipação de demandas, minimização do desperdício, otimização da gestão de estoques e o fornecimento de insumos, tornando a indústria de alimentos mais autossuficiente, competitiva e eficiente (17,18).

A NotCO é uma empresa do ramo alimentício fundada no ano de 2015, com sede em Santiago e atualmente com uma no Brasil, que se dedica a transformar produtos alimentares tradicionais, como carnes, laticínios e maionese, em alternativas livres de ingredientes de origem animal, promovendo uma mudança sustentável no consumo de alimentos. A inovação é impulsionada pelo uso da Giuseppe, uma inteligência artificial patenteada, que desempenha um papel central no desenvolvimento de produtos veganos da empresa. O algoritmo examina a composição molecular de alimentos derivados de animais e procura criar réplicas usando exclusivamente ingredientes vegetais, alcançando resultados muito próximos de sabor, textura, nutrição e funcionalidade dos produtos (19,20).

Pesquisas indicam que há uma crescente preocupação quanto ao abate de animais e as consequências ambientais decorrentes. Diante disso, muitas alternativas estão sendo criadas, como produção de carne sintética em ambientes controlados de laboratório. O



processo inicia-se com a coleta não invasiva de células musculares de bovinos ou aves, e essas células são nutridas e multiplicadas em biorreatores, utilizando um meio de cultura adequado e parâmetros controlados pela utilização de algoritmos próprios, resultando em carne com as mesmas características da carne convencional, mas produzida sem o abate de animais, contribuindo assim para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa, pois a produção de carne sintética não requer a agricultura intensiva associada à pecuária tradicional. No entanto, é importante notar que a produção desse tipo de carne ainda está em seus estágios iniciais e enfrenta vários desafios, incluindo questões de escala de produção, custo e aceitação do consumidor (21).

## CONTROLE DE QUALIDADE

Quando se aborda a garantia da qualidade dos alimentos, a análise microbiológica se destaca fornecendo dados sobre as etapas de processamento, armazenamento, distribuição, prazo de validade e os riscos para a saúde do consumidor. A microbiologia preditiva é baseada no uso de modelos matemáticos para estimativa de crescimento microbiológico e sua origem como ciência ocorreu com Bigelow e Esty, em 1920, os quais propuseram modelos de cinética de inativação bacteriana em função do tratamento térmico. Os modelos preditivos utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios oferecem vantagens significativas diminuindo o tempo necessário para analisar a microbiota e avaliar suas consequências na composição e no processamento dos alimentos (22, 23).

O avanço no desenvolvimento de softwares que empregam modelos matemáticos de crescimento tem apresentado crescimento para a indústria de alimentos. Esses softwares possibilitam a implementação de medidas defensivas contra a contaminação, uma compreensão mais aprofundada dos processos microbiológicos e a estimativa da vida útil dos produtos nas prateleiras, simulando a influência dos microrganismos em diversas etapas do processamento de alimentos (24).

A Neoprospecta é uma empresa de biotecnologia com competências nas áreas de genômica, bioinformática, biologia molecular e microbiologia. As tecnologias moleculares e algoritmos biocomputacionais desenvolvidos pela empresa deram origem a um método de diagnóstico microbiológico digital inovador, sendo o Relatório de Indicadores de Riscos (RIR), uma solução criada para gerar informações que possibilitem antecipar a incidência de problemas graves dentro da indústria. Uma análise dos microrganismos presentes em pontos estratégicos da planta industrial, combinada com um banco de dados sobre microrganismos e cálculos matemáticos preditivos, formam a base para que o software apresente métricas dos riscos em pontos específicos da produção, além de diagnosticar os locais que requerem maior controle (25).

O setor pecuário tem se beneficiado com a utilização de IA, com robôs para a ordenha automática de vacas melhorando a eficiência da produção de leite, reduzindo a necessidade de interação humana, conseqüentemente reduzindo o estresse do animal e os custos com mão de obra, garantindo uma qualidade superior do leite e obtendo informações mais precisas sobre o rebanho em geral e desempenho individual de cada animal (26).

Em um cenário globalizado, em que os alimentos percorrem longas distâncias desde sua produção até chegar ao prato do consumidor, a rastreabilidade se torna essencial para garantir a qualidade e a segurança dos produtos. A introdução da tecnologia *Blockchain*, possibilita que os consumidores possam se conectar com todos os aspectos da cadeia de suprimentos, ajudando na rastreabilidade dos produtos, contribuindo assim para as questões

de segurança alimentar, dessa forma mais transparente se faz possível aumentar a confiança dos consumidores (26, 27, 28).

## **GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E RECURSOS DE ALIMENTOS**

A gestão de resíduos é um desafio da indústria de alimentos, na qual segundo dados da ONU (Organização das Nações Unidas) e da FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) 30% da produção global de alimentos é desperdiçada ou perdida anualmente, o que equivale a cerca de 1,3 bilhão de toneladas. Além do desperdício de alimentos, também há uma alta geração de lixo das embalagens destes alimentos, muitas vezes descartadas incorretamente, gerando problemas ambientais. Diante desse cenário, atualmente a aplicação de inteligência artificial (IA) vem desempenhando um papel na gestão de resíduos, servindo como um importante aliado para impulsionar a indústria alimentícia em direção a práticas mais sustentáveis, reduzindo o impacto ambiental e promovendo o desenvolvimento de boas práticas na indústria (29).

Os sistemas de inteligência artificial vem desempenhando um papel no gerenciamento da eficiência energética da indústria alimentícia, sendo realizado por meio de sensores que monitoram o consumo de energia em tempo real, possibilitando a identificação de oportunidades para economia e redução do consumo, além do monitoramento de eventuais vazamentos de água e de gás. Além disso, destaca-se o uso de máquinas dotadas de IA para controlar e diminuir o uso de matéria prima, através do rastreamento de toda a cadeia produtiva, desde a extração até o produto final, a fim de encontrar oportunidades de economia (30). No contexto mais específico da gestão de resíduos, a inteligência artificial é utilizada para reconhecer as categorias de resíduos produzidos, antecipar o volume a ser descartado e propor métodos mais apropriados de disposição, visando minimizar a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários (31).

A fim de enfrentar os desafios da sustentabilidade, diversas startups vêm surgindo com serviços e produtos que ajudam a combater o problema do desperdício, como é o caso do aplicativo SuperOpa, que atua diretamente com a indústria para evitar o desperdício de alimentos e ajudar a diminuir a insegurança alimentar, disponibilizando produtos com até 70% de desconto para democratizar o acesso à alimentação (32). A startup desenvolveu uma IA que recolhe os preços de diversos estabelecimentos online, alimenta um banco de dados e determina o preço mais baixo de um produto, juntamente com sua média e valor máximo. Isso é feito ao analisar a tendência de preços nos últimos meses e o histórico de vendas, garantindo uma precificação ideal. Como resultado, em 2022, a startup experimentou um crescimento de aproximadamente 146%, resultando na salvação de mais de 1.000 toneladas de alimentos e produtos, além de gerar uma economia de mais de 20 milhões de reais (33).

O Burger King implementou com sucesso o sistema Sentinella baseado em Inteligência Artificial em toda a sua rede própria de restaurantes. Esse sistema utiliza IA para agilizar a cadeia logística, evitar desperdício de alimentos e otimizar a reposição de estoque. Ao analisar o comportamento de vendas e eventos sazonais, o Sentinella sugere reposições de estoque precisamente, eliminando a necessidade de consultar várias planilhas, melhorando a eficiência operacional (34).

## **CONCLUSÕES**

A integração da inteligência artificial (IA) na indústria alimentícia está crescendo e revolucionando diversos aspectos da produção, principalmente no processamento de alimentos, desenvolvimento de novos produtos, controle de qualidade e gerenciamento de resíduos. No processamento de alimentos, a IA fornece modelos preditivos sofisticados que permitem compreender e prever resultados, assegurando eficiência e qualidade consistentes. Na área de desenvolvimento de novos produtos é destacada mudanças significativas nos padrões de produção de alimentos, oferecendo escolhas mais saudáveis, conscientes e éticas para os consumidores. No controle de qualidade, é desempenhado um papel na garantia da segurança de alimentos, fornecendo ferramentas para prever riscos microbiológicos, rastrear a origem dos produtos e identificar pontos críticos na produção. Os sistemas de IA também demonstram uma forte aliada na gestão de resíduos, contribuindo para a redução do desperdício, eficiência energética e conscientização ambiental, promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos disponíveis. No entanto, é importante reconhecer que o uso de IA na indústria de alimentos oferece uma oportunidade de melhoria em todo o sistema alimentar, criando um futuro mais saudável, seguro e sustentável para todos.

## REFERÊNCIAS

1. Sellitto MA. Inteligência artificial: uma aplicação em uma indústria de processo contínuo. *Gestão & Produção*. 2002;9:363–376.
2. D'Addario M. *Inteligência Artificial: Tratados, aplicações, usos e futuro*. São Paulo: Independently Published.; 2022.
3. Do Nascimento Neto CD, et al. Inteligência artificial e novas tecnologias em saúde: desafios e perspectivas/Artificial intelligence and new health technologies: Challenges and prospects. *Brazilian Journal of Development*. 2020;6(2):9431–9445.
4. Boulay BD. Inteligência artificial na educação e ética. *RE@ D–Revista de Educação a Distância e eLearning*. 2023:e202301.
5. Petherson E, et al. *Inteligência artificial na gestão de estoque*. Mauá:2021.
6. Amaral HN, Gasparotto AM. Inteligência artificial: o uso da robótica indústria 4.0. *Revista Interface Tecnológica*. 2021;18(1):474–486.
7. Taulli T. *Introdução à Inteligência Artificial: Uma abordagem não técnica*. Novatec Editora; 2020.
8. Maranhão JS de A, Florêncio JA, Almada M. Inteligência artificial aplicada ao direito eo direito da inteligência artificial. *Suprema: revista de estudos constitucionais*. 2021;1:154–180.
9. Paulo MA, Jacobsen G. Desafios à lei geral de proteção de dados na era da inteligência artificial: entre o direito à privacidade e as robocalls. *Revista de Direito, Inovação, Propriedade Intelectual e Concorrência*. 2023.








10. Abreu AJA, Furtado KCS, Santos RKC. Inteligência artificial e preconceito de identidade de gênero: o problema do viés na construção das IA's e a perpetuação das discriminações em sociedades previamente discriminatórias. *Cor LGBTQIA+*. 2022;1(3):229–247.
11. Cozman FG, Kaufman D. Viés no aprendizado de máquina em sistemas de inteligência artificial: a diversidade de origens e os caminhos de mitigação. *Revista USP*. 2022;(135):195–210.
12. Cotrim WS. Inteligência artificial aplicada a modelagem de processos da indústria de alimentos. Tese [Doutorado em Ciência de Alimentos] Viçosa: 2021.
13. De Mesquita Pinheiro R, et al. Inteligência artificial na agricultura com aplicabilidade no setor sementeiro. *Diversitas Journal*. 2021;6(3):2996–3012.
14. Martins F, et al. Secagem: uma revisão. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*. 2020; ,6,4, 600-607.
15. Arrais R. Processamento e avaliação de polpa e suco sobre os atributos físico-químicos de acerola (*malpighia emarginata*). Trabalho de conclusão de curso [Tecnólogo em Alimentos]. Morrinhos: Instituto Federal Goiano; 2023.
16. Ribeiro FL. Predição do processo de secagem por spray dryer do suco concentrado de acerola utilizando inteligência artificial. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Engenharia de Alimentos]. Morrinhos: Instituto Federal Goiano; 2020.
17. Kruger SD, Juttel E, Zanin A. As organizações possuem recursos e capacidade para o desenvolvimento da inteligência artificial?. *P2P e Inovação*. 2023;9:116-133.
18. Schubert MN, Tonin J, Schneider S. Desafios e tendências da alimentação contemporânea consumo, mercados e ação pública. Porto Alegre: Editora da UFRGS;2023.
19. Torres ILR et al. A inteligência artificial e a indústria de alimentos: um estudo de caso sobre a NOTCO® [Internet]. Jardim do Seridó: Agron Food Academy;2022 [acesso em 14 Fev 2024]. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com/wp-content/uploads/2022/03/Livro-II-CONBRACA-1.pdf>
20. Rodríguez, S. Aplicación de la IA en la creación de nuevos alimentos: problemas jurídicos y perspectiva del consumidor. Trabalho de conclusão de curso [Graduação em Biotecnologia]. Valência: Universidade Politécnica de Valência; 2023.
21. Felipe M. Carne cultivada em laboratório já é realidade [Internet]. Campinas: Jornal da Unicamp; 2020 [acesso em 13 de Fev 2024]. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/ju/695/carne-cultivada-em-laboratorio-ja-e-realidade>
22. Galán-Relaño Á et al. Salmonella and Salmonellosis: An Update on Public Health Implications and Control Strategies. *Animals*, 2023; 13: 3666.

23. Da Silva JM, et al. MODELOS DINÁMICOS PARA LA MICROBIOLOGÍA PREDICTIVA. Editora Científica Digital, 2023; 5:215-23.
24. Andrade LC, Hervé M. Pessoa vs máquina uma análise dos impactos da inteligência artificial na gestão de pessoas. Gestão e Gerenciamento. 2023; 20:1-12.
25. Neopropecta. Microbiologia preditiva e a indústria de alimentos [Internet]. 2019 [acesso em 14 de Fev 2024]. Disponível em: <https://blog.neopropecta.com/microbiologia-preditiva-alimentos/>
26. Arantes, Matheus Claudio Silva. O uso da inteligência artificial na agroindústria do setor de laticínios: propostas, desafios e perspectivas. Trabalho de Conclusão de Curso [Graduação em Administração].Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia; 2023.
27. Kaab, A et al. Combined life cycle assessment and artificial intelligence for prediction of output energy and environmental impacts of sugarcane production. Science of the Total Environment, 2019; 664: 1005-1019.
28. Leon, DMH et al. Tendências Tecnológicas em Rastreabilidade Alimentar: Vantagens e Desafios [Internet]. 2023 [acesso em 14 de Fev 2024]. Disponível em: [https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2023/arquivos/10312023\\_231026\\_6541bad638454.pdf](https://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2023/arquivos/10312023_231026_6541bad638454.pdf)
29. Abia. Estudo inédito mostra que mais de 90% do desperdício alimentar ocorre durante a cadeia produtiva. 2023 [acesso em 2024 Jan 05]. Disponível em: <https://www.abia.org.br/noticias/estudo-inedito-mostra-que-mais-de-90-do-desperdicio-alimentar-ocorre-durante-a-cadeia-produtiva>
30. Ifood. O impacto da IA na gestão de resíduos na indústria de alimentos. 2023 [acesso em 2024 Jan 05]. Disponível em: <https://institucional.ifood.com.br/inovacao/ia-na-gestao-de-residuos-na-industria-de-alimentos/>
31. Anjos, JMS. Sistema de Apoio à Decisão Baseado em Inteligência Artificial para Gerenciamento de Resíduos Sólidos [dissertação]. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2023.
32. Tiinside. Inteligência artificial já salvou mais de 1 mil toneladas de alimentos que seriam descartados em São Paulo. 2023 [acesso em 2024 Jan 05]. Disponível em: <https://tiinside.com.br/11/07/2023/inteligencia-artificial-ja-salvou-mais-de-1-mil-toneladas-de-alimentos-que-seriam-descartados-em-sao-paulo/>
33. Prescott R. SuperOpa cria IA para dar o melhor preço a alimento prestes a vencer. 2023 [acesso em 2024 Jan 05]. Disponível em: <https://www.convergenciadigital.com.br/Gestao/SuperOpa-cria-IA-para-dar-o-melhor-preco-a-alimento-prestes-a-vencer-63977.html?UserActiveTemplate=mobile>

34. Mercado e Consumo. Burger King usa inteligência artificial para otimizar estoques e evitar desperdício [Internet]. 2023 [acesso em 14 de Fev 2024]. Disponível em: <https://mercadoeconsumo.com.br/04/07/2023/tecnologia/burger-king-usa-inteligencia-artificial-para-otimizar-estoques-e-evitar-desperdicio/>



## CINÉTICA DE SECAGEM DO ALBEDO DE MARACUJÁ OBTIDO EM DIFERENTES CONDIÇÕES PELO MÉTODO EM CAMADA DE ESPUMA (*FOAM-MAT*)

Bruno Cecilio de Lira \*; Alyne da Silva Nascimento ; Lucélio Mendes Ferreira ; Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza ; Alessandra de Souza Nascimento ; Cristiane Ayala de Oliveira ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [bruno.lira@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:bruno.lira@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** O processo de secagem consiste em retirar a maior parte da água de um determinado material. O método de secagem em camada de espuma (*foam-mat*) vem ganhando destaque na desidratação de alimentos. O albedo de maracujá é rico em pectina e pode ser extraída para utilização em alimentos, porém devido à grande concentração de água pode apresentar dificuldades no seu armazenamento. O método de secagem em camada de espuma reduz esse volume, tornando mais prático o armazenamento. O objetivo deste trabalho foi realizar estudo da cinética de secagem do albedo de maracujá obtida em diferentes condições pelo método *foam-mat*. O processo de secagem foi realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), utilizando três temperaturas (50, 60 e 70 °C) e três espessuras (0,3; 0,5; e 0,7 cm). Na espessura de 0,3 cm foi observado comportamento semelhante da curva de secagem nas temperaturas 60 e 70 °C, com tempo de secagem reduzido para mais de ½ em relação à temperatura de 50 °C, que atingiu a umidade de equilíbrio ( $X_e$ ) com 705 min. O tratamento correspondente à menor temperatura (50 °C) e maior espessura (0,7 cm), apresentou o maior tempo de secagem em relação a todas as condições aplicado neste trabalho, ao qual atingiu tempo de 765 min. O método de secagem por camada de espuma (*foam-mat*) é uma técnica viável para produzir pó de albedo de maracujá. Contudo, é essencial notar que o aumento da temperatura eleva a velocidade de secagem.

**Palavras-chave:** aproveitamento; camada de espuma; resíduo

### INTRODUÇÃO

A secagem é uma técnica essencial na preservação de alimentos, historicamente aprimorada pelo ser humano. Envolve a retirada de água dos alimentos por transferência de calor e massa, visando reduzir a atividade de água ( $A_w$ ). Isso impacta positivamente na inibição de microrganismos, reações físicas, químicas e enzimáticas (1).

A secagem em camadas de espuma (*foam-mat*) é um método moderno, mais eficiente em termos de custo e tempo do que a secagem convencional. Isso se deve à sua ampla exposição ao ar aquecido, resultando em menor tempo de secagem e facilitando a remoção da umidade (2).

Essa técnica pode ser incorporada à reutilização dos resíduos gerados pelas indústrias de alimentos, especialmente aquelas envolvidas no processamento de polpas de frutas, resultando na redução do volume total do que inicialmente seria considerado como resíduos.

A prática do aproveitamento total de alimentos representa uma abordagem sustentável, não apenas reduzindo os resíduos gerados durante as etapas de pré-preparo e preparo de alimentos, mas também enriquecendo e complementando a nutrição das refeições por meio da utilização eficiente de recursos naturais (3).

É bastante frequente o descarte no lixo de cascas de frutas, folhas e talos de hortaliças, embora esses alimentos possuam nutrientes em quantidades superiores às da polpa, que poderiam ser utilizados para melhorar o valor nutricional e reduzir o desperdício (4). Os resíduos agroindustriais possuem um potencial ainda pouco explorado, em particular a casca do maracujá, que contém uma grande quantidade de fibras solúveis e insolúveis (5).

Além de ser amplamente usada na indústria alimentícia como emulsionante, espessante e estabilizante, a pectina desempenha um papel importante nesse setor. A pectina é encontrada principalmente nas cascas, que normalmente são jogadas fora como lixo, porém possui grande valor comercial, pois confere consistência e capacidade de gelificar a certos alimentos processados em indústrias (6).

Pertencendo ao mesmo gênero de oligossacarídeos e polissacarídeos, a pectina tem propriedades comuns, sendo extremamente diverso em sua estrutura (7). O processo de extração da pectina na casca do maracujá pode ocorrer por cocção para a retirada da parte interior, após isso, ser triturado.

A elevada quantidade de água presente na casca do alimento dificulta o armazenamento, devido ao seu grande volume e tendência para a proliferação de microrganismos, bem como reações químicas, física e enzimática. A implementação do método de secagem em camadas de espuma reduz essa quantidade, diminui a atividade da água e torna a preservação mais conveniente.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar estudo da cinética de secagem do albedo do maracujá em diferentes condições pelo método de camada de espuma *foam-mat*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Preparo da matéria-prima**

As cascas de maracujás foram obtidas dos resíduos gerados na preparação de suco de maracujá da merenda do Programa de Nutrição e Alimentação na Escola (PNAE), do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), e o emulsificante Emulstab® foi adquirido do comércio local.

Inicialmente, foi realizada a higienização das cascas de maracujá em água corrente potável, a fim de eliminar sujeiras superficiais; posteriormente, foi feita a sanitização imergindo-se as cascas de maracujá em recipiente contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 50 ppm, durante 15 minutos; logo após foram enxaguados em água corrente, para retirada do excesso de cloro.

As cascas de maracujás foram colocadas em imersão e submetidas ao processo de cocção, até que a parte branca da casca apresentasse cor transparente. Após o processo de cocção, foi retirada o albedo das cascas de maracujá (Figura 1A) e trituradas (Figura 1B), para a obtenção de uma massa homogênea.



Figura 1 – Albedo das cascas de maracujá para extração da pectina (A) e trituração (B)

### Secagem da pectina da casca de maracujá pelo método *foam-mat*

Inicialmente, foram realizados testes preliminares, para a escolha da porcentagem do emulsificante a ser utilizada, sendo adicionadas as quantidades de 1, 1,5 e 2%. Para o teste de espuma, foi utilizada bateadeira planetária, retirando uma amostra em 15, 20 e 25 minutos de agitação.

A partir das consistências obtidas no teste preliminar (Figura 2), foram escolhidas as condições de 2% de emulsificante e tempo de agitação de 25 minutos, uma vez que deste modo foi alcançado a consistência desejada (firme e que não escorresse quando levantada).

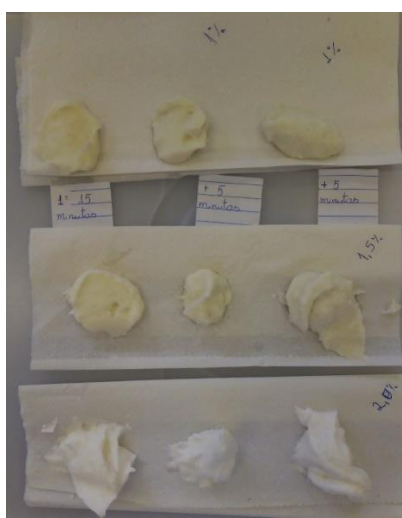


Figura 2 – Consistência da espuma no teste da quantidade de emulsificante e tempo de agitação

### Obtenção da pectina em pó pelo método de secagem em camada de espuma

Após a definição das quantidades do emulsificante e do tempo de agitação, foi dado início ao processo de secagem, que foi realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1, o qual foi Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) 3x3, totalizando 9 tratamentos.

Tabela 1 – Descrição do planejamento experimental do processo de secagem do albedo de maracujá pelo método *foam-mat*

Tratamentos	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Espessura (cm)

1	-1 (50)	-1 (0,3)
2	+1 (70)	-1 (0,3)
3	0 (60)	-1 (0,3)
4	-1 (50)	0 (0,5)
5	+1 (70)	0 (0,5)
6	0 (60)	0 (0,5)
7	-1 (50)	+1 (0,7)
8	+1 (70)	+1 (0,7)
9	0 (60)	+1 (0,7)

O final da secagem foi determinado pelo alcance da umidade de equilíbrio, ou seja, até atingir peso constante.

### Cinética de secagem

As razões de umidade (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesado em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 2 horas, de 15 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora, sendo o processo interrompido quando atingido o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas. No cálculo da razão de umidade foi utilizado a equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

RX: razão de umidade do produto (adimensional);

X: umidade do produto; (base seca)

X<sub>i</sub>: umidade inicial do produto, e; (base seca)

X<sub>e</sub>: umidade de equilíbrio do produto (base seca).

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a equação 2 (8):

$$X(b.s) = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

X<sub>bs</sub> – teor de água (b.s.);

m(t) – massa da amostra no tempo t;

m(t)-m<sub>s</sub> – massa de água no produto no tempo t, e

m<sub>s</sub> – massa seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As razões de água (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens e dos teores de água determinados no final das mesmas. O teor de água inicial da espuma foi de 93,1% b.u. e a umidade de equilíbrio foi de 0,069 b.s. em todos os tratamentos

Na espessura de 0,3 cm foi observado comportamento semelhante da curva de secagem nas temperaturas 60 e 70 °C, com tempo de secagem reduzido para mais de ½ em relação à temperatura de 50 °C, que atingiu a umidade de equilíbrio (Xe) com 705 min. (11,75 h). Estes dados corroboram com Doymas (9), que constatou que elevando a temperatura de secagem, conseqüentemente, causa aumento na taxa de secagem, assim o tempo de obtenção do produto seco é diminuído. As curvas normalmente demonstram comportamentos de secagem suave controlado sob as condições de execução.

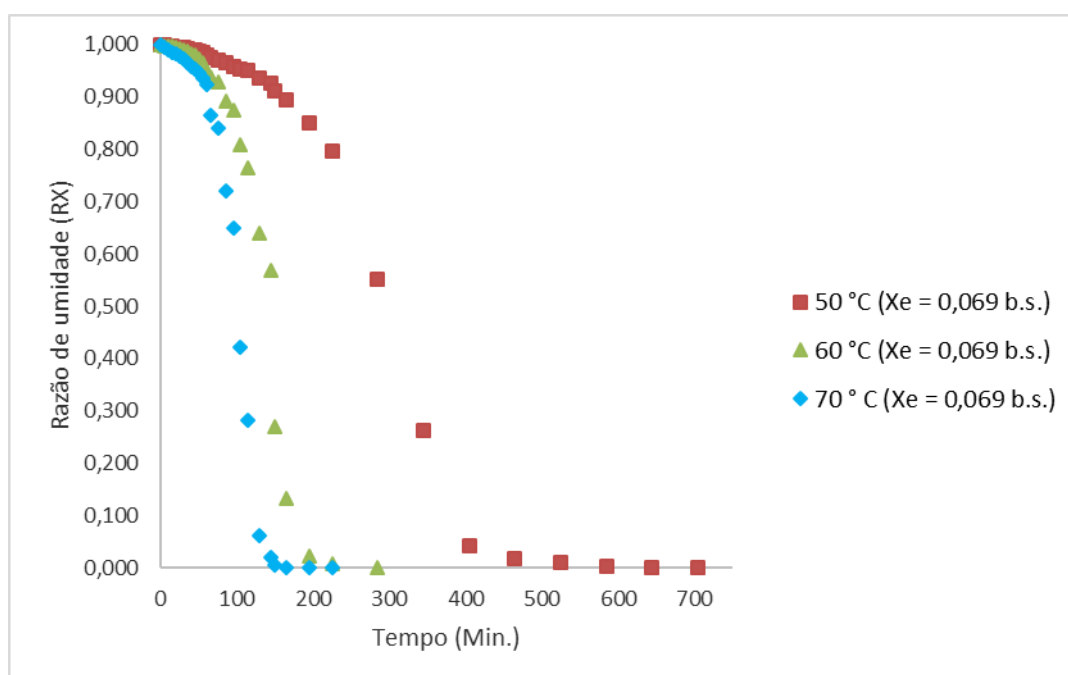


Figura 3 - Cinética de secagem do albedo de maracujá a 0,3 cm de espessura em diferentes temperaturas

Em relação à espessura de 0,5 cm foi observado o mesmo comportamento que a 0,3 cm, inclusive o tempo de alcance da Xe para a temperatura de 50 °C foi o mesmo (705 min.) e quando elevou-se a temperatura, aumentou a velocidade da remoção de água do produto. Estes dados ratificam aos encontrados por Dantas (10) sobre o efeito da temperatura (60 °C e 70 °C) na cinética de secagem em leito de espuma de abacaxi e manga, aos quais se mostraram significativos. Além disso, os autores observaram que a temperatura de 70 °C favoreceu as melhores taxas de secagem para ambos os frutos, assim como os encontrados neste estudo.

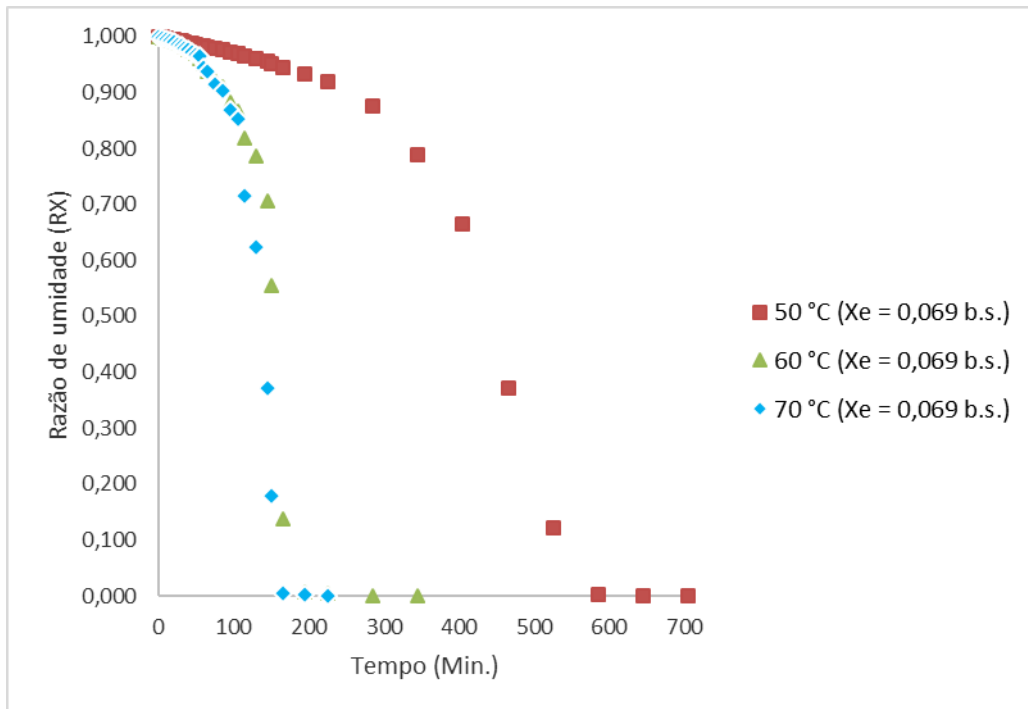


Figura 4 - Cinética de secagem do albedo de maracujá a 0,5 cm de espessura em diferentes temperaturas

Pode-se observar que o tratamento correspondente à menor temperatura (50 °C) e maior espessura (0,7 cm), apresentou o maior tempo de secagem em relação a todas as condições aplicados neste trabalho, ao qual atingiu tempo de 765 min. (12,75 h) para alcançar a Xe (Figura 5).

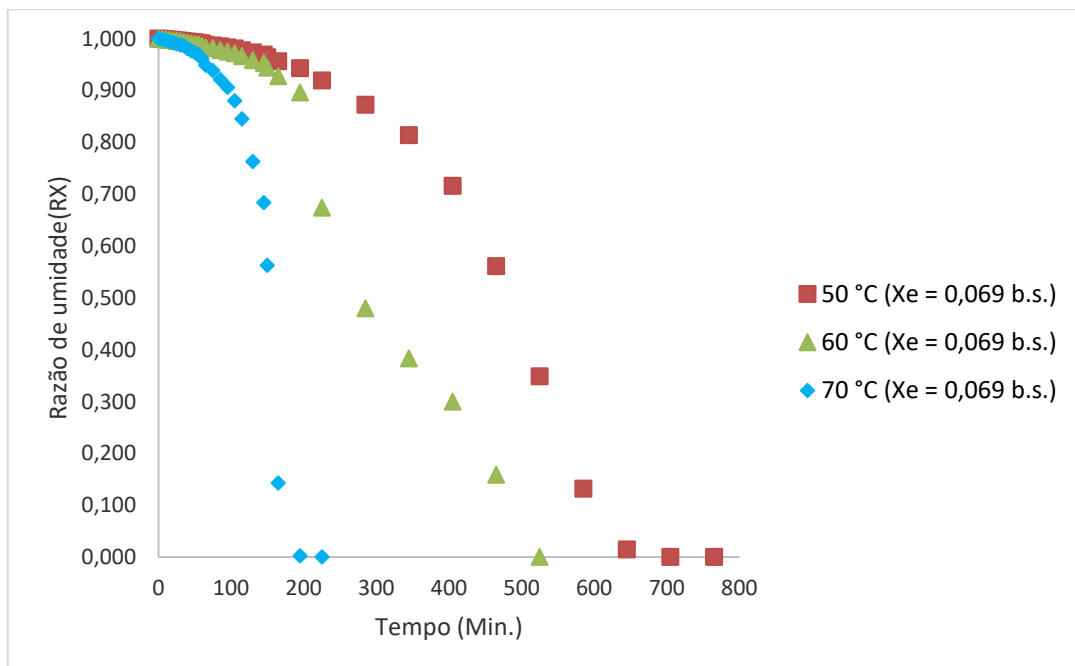


Figura 5 - Cinética de secagem do albedo de maracujá a 0,7 cm de espessura em diferentes temperaturas

## CONCLUSÕES



O processo de secagem por camada de espuma (*foam-mat*) pode ser utilizado para a obtenção de albedo de maracujá em pó.

O albedo de maracujá pode ser uma forma de agregação de valor ao resíduo de processamento da fruta, podendo melhorar as características nutricionais dos produtos a serem acrescentados o pó.

Quando utilizado temperaturas mais altas ocorre a aumento da taxa de secagem. O maior tempo de secagem foi observado para a espessura 0,7 cm a temperatura de 50 °C.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano pela concessão de bolsa de Inovação Tecnológica.

## REFERÊNCIAS

1. Gava, AJ, Silva, CAB, Frias, JRG. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2008.
2. Dieb, JT, Gurgel, C, Dantas, TNP, Medeiros, MFD. Secagem da polpa de graviola pelo processo foam-mat e avaliação sensorial do produto obtido. *Tec & Info*. 2015;(2)–27.
3. Cardoso FT, Fróes SC, Morangas CJ, Miranda MG, Avelar KES. Aproveitamento integral de alimentos e o seu impacto na saúde. *Sustentabilidade em debate*. 2015;(6:3)–134.
4. Lima, PCC, Souza, BS, Santini, AT, Oliveira, DC. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi ‘perola’ minimamente processado. *Holos*. 2017;(2)–128.
5. Dias, LG. Aproveitamento da casca do maracujá em formulações de bebidas lácteas saborizadas com boca boa (*buchenavia tomentosa*) e pera do cerrado (*eugenia klotzchiana* berg). [dissertação] Goiás: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; 2016.
6. Lima, MS, Azevedo, LC, Torres, AP. Processo de obtenção de pectina por atomização. 2019; IFSertãoPE–2.
7. Canteri, MHG, Wosiacki, LMG, Scheer, AP. Pectina: da matéria-prima ao produto final. *Polímeros*. 2012;(22:2) –153.
8. Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall, CW. Secagem e armazenamento de grãos e oleaginosas. Westport: The AVI; 1992.
9. Doymas I. Características de secagem convectiva ao ar de cenouras em camada fina. *Journal of Food Engineering*. 2004;(61)–361.

10. Dantas, SCM. Desidratação de polpas de Frutas pelo método foam-mat. [dissertação]  
Natal: UFRN; 2010.

## CINÉTICA DE SECAGEM DA POLPA E CASCA DO FRUTO DE XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*)

Bruno Cecilio de Lira \*; Espedita Pereira Matias ; José Honório Pereira Lopes Neto ; Luciana Façanha Marques ; Marília Patrício Alves ; Janicleide Celina da Silva ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [bruno.lira@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:bruno.lira@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** O xique-xique é encontrado no sertão nordestino e tem sido essencial para a sobrevivência das famílias locais ao longo dos anos. Através de um processo de secagem, no qual parte da água é removida, o xique-xique adquire maior estabilidade e maior tempo de conservação. Objetivou-se, com este trabalho, analisar a velocidade de secagem da polpa e casca do xique-xique. A secagem foi conduzida conforme o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) 3x2, com seis diferentes tratamentos e três repetições, utilizando camadas finas de aproximadamente 0,3 cm em três fôrmas de minipizza com diâmetro de 15 cm. Antes de iniciar o processo de secagem da polpa de xique-xique, foi determinado o teor de água, o qual apresentou um valor de 86,1% (b.u.). Em seguida, procedeu-se à remoção da água por meio da secagem em temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C. Observou-se que a taxa de secagem diminuiu conforme as temperaturas aumentaram, sendo que a temperatura de 70 °C apresentou a maior velocidade de perda de massa de água, resultando em um processamento uma hora e meia mais rápido em comparação com a temperatura de 60 °C. A desidratação de ambas as partes do xique-xique é viável, aproveitando uma matéria-prima abundante na região da Caatinga, a temperatura de 70 °C utilizada na produção de polpa desidratada de xique-xique, assim como na casca, não apresentou mudanças visíveis no produto. É relevante ressaltar a importância de realizar estudos sobre possíveis alterações físico-químicas em diferentes temperaturas.

**Palavras-chave:** alimentos não convencionais; caatinga; desidratação

### INTRODUÇÃO

A secagem de alimentos é um processo essencial para a conservação e prolongamento da vida útil dos alimentos. A cinética de secagem é o estudo da taxa de remoção de água durante o processo de secagem (1).

A partir do estudo do processo de secagem pode-se avaliar fenômenos físicos que ocorrem na área superficial do produto, bem como verificar comportamentos de transferência de calor e massa entre a matéria-prima estudada e o ar aquecido de secagem, sendo essencial na projeção de equipamentos e estimar tempos para o processamento de determinado produto. Além disso, é possível estimar o gasto energético da etapa de produção

(2;3). Para tanto, diversos trabalhos têm sido realizados para investigar a cinética de secagem de diferentes alimentos.

A sociedade busca novas possibilidades de alimentação, visando principalmente à funcionalidade e sustentabilidade. A alternativa mais indicada para quem procura essa transição nutricional é evitar alimentos ultraprocessados, e optando pelos naturais ricos em proteínas, carboidratos, vitaminas, fibras e minerais entre outros (4).

Apesar de terem grande popularidade e proporcionarem benefícios nutricionais essenciais para o ser humano, a falta de informação e a maneira como são preparados acabam criando um estereótipo, o que resulta em um consumo restrito, ou até mesmo sendo descartados como opção (5).

Uma alternativa para inserir esses alimentos em refeições cotidianas é em sua forma processada em conjunto com receitas, reduzindo as características sensoriais consideradas indesejadas, porém mantendo as suas propriedades funcionais (6).

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, é possível encontrar muitas espécies de cactos que têm grande importância para a fauna e flora local, com destaque para o xique-xique, caracterizada por ter caules e ramos suculentos e espinhosos, além de flores solitárias e chamativas (7), e frutos que podem ser inseridos na alimentação humana.

Além de ter a possibilidade de ser consumida *in natura*, a polpa e a casca dessa fruta podem ser aproveitadas para fazer doces e geleias. A versão seca e moída ainda pode ser adicionada às farinhas para criar diversos produtos da panificação (8).

Mediante o procedimento de desidratação, retira-se a água ou qualquer outro fluido do produto. Esse método apresenta diversos benefícios, como a ampliação da vida útil do produto, maior concentração de valor nutricional, praticidade no transporte, além de ser econômico e de baixo custo (1).

Sendo assim, Objetivou-se, com este trabalho, realizar estudo da cinética de secagem da polpa e casca de xique-xique.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Preparo da matéria-prima

O fruto de xique-xique foi coletado na Zona Rural da cidade de Salgueiro-PE, bem como no território do Campus do IFSertãoPE - Salgueiro. Inicialmente, o preparo do fruto de xique-xique consistiu na lavagem e sanitização imergindo-se as cascas de maracujá em recipiente contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 50 ppm, durante 15 minutos; logo após foram enxaguados em água corrente, para retirada do excesso de cloro, separação da casca e polpa (Figura 1), trituração da casca, que apresentou aspecto espumoso após a trituração (Figura 2). Após as matérias-primas foram armazenadas em embalagens fechadas sob congelamento até o momento da secagem.



Figura 1 – Retirada da polpa do xique-xique



Figura 2 – Casca de xique-xique triturada e embalada

### Obtenção do xique-xique em pó

O projeto foi realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1, o qual foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) 3x2, com seis tratamentos e três repetições.

Tabela 1 – Descrição do planejamento experimental 3x2, totalizando 6 tratamentos e 3 repetições, para o processo de secagem

Tratamentos	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Parte do fruto
1	-1 (50)	-1 (casca)
2	0 (60)	-1 (casca)
3	+1 (70)	-1 (casca)
4	-1 (50)	+1 (polpa)
5	0 (60)	+1 (polpa)
6	+1 (70)	+1 (polpa)

O material foi colocado em camada fina de aproximadamente 0,3 cm em três fôrmas de minipizza de diâmetro de 15 cm (Figura 3), às quais corresponderam às três repetições, e colocadas em estufa de circulação de ar forçado na temperatura definida para cada tratamento.



Figura 3 – Disposição da casca de xique-xique nas fôrmas antes da secagem

## Cinética de secagem

As razões de umidade (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesado em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 2 horas, de 15 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora, sendo o processo interrompido quando atingido o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas. No cálculo da razão de umidade foi utilizado a equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

RX: razão de umidade do produto (adimensional);

X: umidade do produto; (base seca)

X<sub>i</sub>: umidade inicial do produto, e; (base seca)

X<sub>e</sub>: umidade de equilíbrio do produto (base seca).

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a equação 2 (9):

$$X(b.s) = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

X<sub>bs</sub> – teor de água (b.s.);

m(t) – massa da amostra no tempo t;

m(t)-m<sub>s</sub> – massa de água no produto no tempo t, e

m<sub>s</sub> – massa seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de iniciar o processo de secagem da polpa de xique-xique foi determinado o teor de água, obtendo valor de 86,1% (b.u.), após isso, foi realizado o processo de remoção da água por secagem às temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C. Umidades acima de 80% são um desafio para a conservação de alimentos, uma vez que pode facilitar a ocorrência de processos que resultam na degradação do produto, quanto maior o teor de água mais susceptível a alterações indesejadas está o alimento. Para tanto, a importância da desidratação deve-se à sua relação com o crescimento microbiológico, alterações desencadeadas por reações químicas e enzimáticas que deterioram os alimentos (1), prolongando a vida útil de produtos alimentícios.

Assim como reduzir o teor de água dos alimentos, avaliar as curvas de secagem de matérias-primas de origem vegetal é de suma importância para mensurar o custo energético do processo de desidratação, em determinada medida de produto. Além disso, é essencial para estimar o tempo de processamento e o desenvolvimento de equipamentos, uma vez que estes fatores influenciam no valor do produto final (10).

Para tanto, foi observado que as curvas de secagem da polpa de xique-xique se



mostraram semelhantes (Figura 3), porém com tempos de secagem diferentes, totalizando 285 min (4,75 h) a 50 °C, 270 min (4,5 h) a 60 °C e 195 min (3,25 h) a 70 °C, sendo a última mais rápida e que, aparentemente, não influenciou nas características de coloração da polpa desidratada (Figura 4). Além disso, foi constatado a mesma umidade de equilíbrio ( $X_e$ ) para as três temperaturas estudadas. Isso implica que pode-se aplicar a temperatura mais elevada, 70 °C, para a produção de polpa de xique-xique em pó, reduzindo custos e tempo de produção.

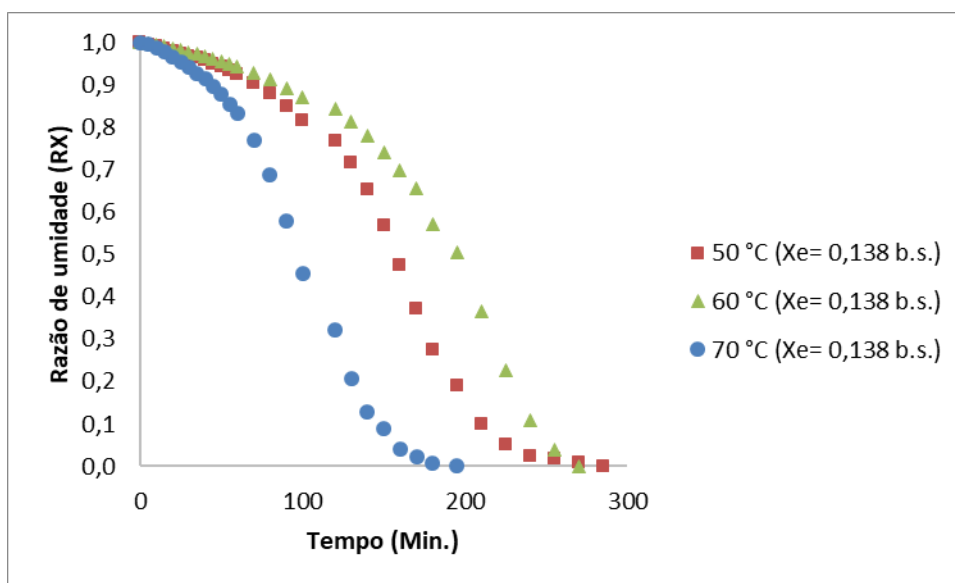


Figura 3 – Cinética de secagem da polpa de xique-xique



Figura 4 – Polpa desidratada de xique-xique em diferentes temperaturas

Sabe-se que estudos relacionados ao aproveitamento de resíduos se tornam pertinentes atualmente, devido a grandes problemas que tais materiais podem causar no ambiente (solo, água, etc). Daí surge a importância de pesquisar métodos que conservem por mais tempo estes subprodutos, como por exemplo a desidratação. Para tanto, é importante que se investigue as condições ideais para a realização deste processo, e avaliar a taxa de redução de água é imprescindível. Com relação à cinética de secagem da casca de xique-xique desidratada, foi observado que para as temperaturas de 50 °C e 60 °C, nos primeiros

150 minutos de secagem, os pontos se encontravam muito próximos (Figura 4), sendo após este tempo a temperatura de 60 °C atingir maior velocidade de secagem, chegando à umidade de equilíbrio (Xe) a 270 min. (4,5 h); para 50 °C, a Xe foi alcançada no tempo de 315 min. (5,25 h).

Em relação à taxa de secagem pode-se afirmar que se mostrou decrescente para as três temperaturas estudadas, sendo a temperatura de 70 °C com maior velocidade de perda de massa de água, com Xe em 180 min. (3 horas), resultado em processamento uma hora e meia mais rápido que a 60 °C. Além disso, não foi observado alterações nas características relativas à aparência da casca de xique-xique desidratada (Figura 5), bem como as umidades de equilíbrio alcançadas foram muito próximas.

Portanto, utilizar a temperatura de 70 °C pode significar redução de custos, aumentar a rapidez do fluxo da cadeia de produção, sem prejudicar a aparência do produto final.

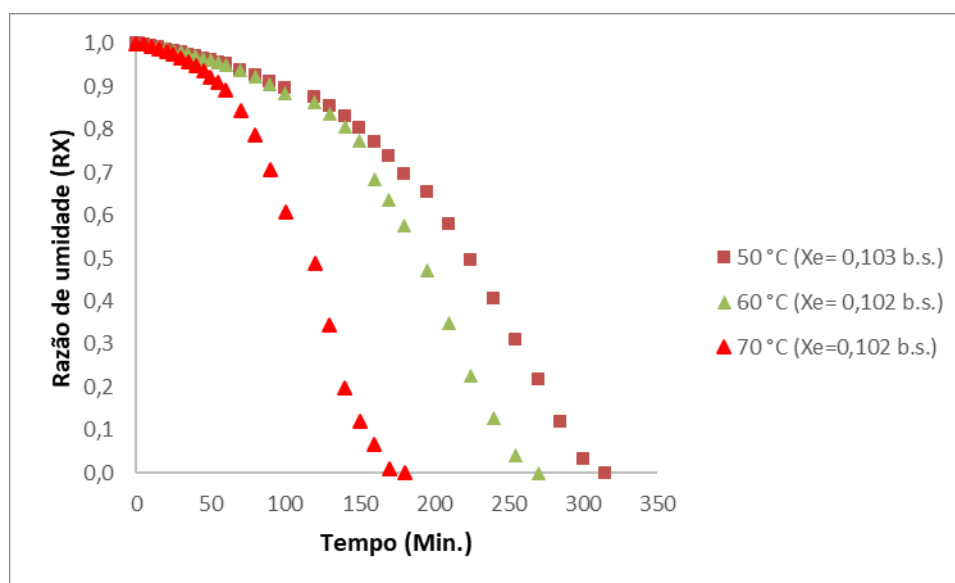


Figura 4 – Cinética de secagem da casca de xique-xique

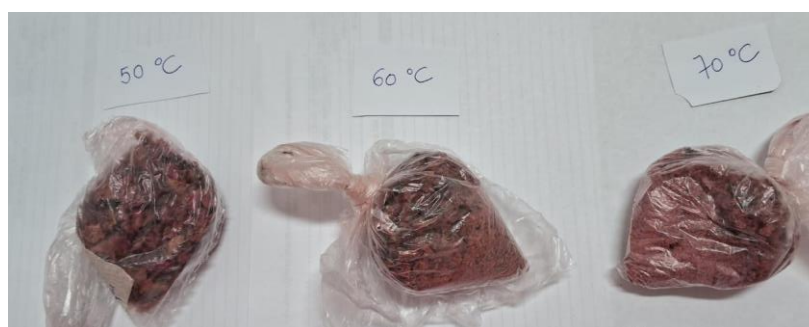


Figura 5 – Casca de xique-xique desidratada em diferentes temperaturas

## CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que é viável a desidratação de tanto da polpa quanto da casca de xique-xique, uma vez que aproveita uma matéria-prima abundante na região da Caatinga.

Pode-se utilizar a temperatura de 70 °C para a produção de polpa desidratada de xique-xique, bem como sua casca, sem alterações aparentes no produto. Ressalta-se que é importante realizar estudo de possíveis alterações físico-químicas de acordo com as temperaturas.

A taxa de secagem se mostrou decrescente para as matérias-primas e para as temperaturas estudadas.

## AGRADECIMENTOS


Agradecemos ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) pela concessão de bolsa de iniciação científica, que contribuiu para a elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Celestino SMC. Princípios de secagem de alimentos. 4. ed. Planaltina/DF; EMBRAPA; 2010.
2. Faria R. Q. et al. Cinética de secagem de sementes de crambe. Rev Bras Eng Agrícola e Ambiental. 2012;16:5– 577.
3. Corrêa PC. et al. Modelagem matemática e determinação das propriedades termodinâmicas do café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. Rev Ceres. 2010;57:5–597.
4. Liberato OS, Lima DVT, Silva GMB. Pancs – plantas alimentícias não convencionais e seus benefícios nutricionais. Environ. Smoke.2019;2:2–9.
5. Santos ADL, Silva GCC, Rahal IL, Bento MCVA, Sena JDS, Cella W, Camargo RB, Dias AB, Oliveira EBC, Mendonça JA, Oliveira HLM, Silva GRD, Gazim, ZC. Plantas alimentícias não convencionais: revisão. Arq Ciên Saúde da Unipar. 2022;26:3–1076.
6. Silva CE. Desenvolvimento, caracterização e análise sensorial de bolo a partir da farinha de xique-xique (*pilosocereus gounellei*). Instituto federal de educação, ciência e tecnologia do sertão pernambucano – campus salgueiro, 2019.
7. Santos DC, Leite DDF, Duarte DB, Lima, LSL, Figueiredo, RSF. Principais cactáceas de ocorrência no semiárido brasileiro. Anais I CONIDIS. Campina grande: Realize editora, 2016 [acesso em 04 de mar 2024]. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/24087>.
8. Ribeiro TS. Suco de xique-xique (*pilosocereus gounellei*): caracterização e avaliação in vitro do potencial prebiótico frente à lactobacillus spp. Tese (mestrado em ciência e tecnologia de alimentos). João pessoa, 2019.

9. Brooker, DB, Bakker-Arkema, FW, HALL, CW. Secagem e armazenamento de grãos e oleaginosas. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.
10. Vilela CAA, Artur PO. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. *Ciência e Tec de Alimentos*. 2008;28–39.

## POTENCIAL NUTRICIONAL DE BISCOITOS TIPO “COOKIES” ELABORADOS COM FARINHAS DE CASCAS DE ABACAXI PÉROLA E FARINHA DE MESOCARPO DE BABAÇU

Ana Carolina Lobato Feitosa ; Layane Santos Leal ; Rayssa de Almeida Pinheiro ; Andressa Gisele Silva Ferreira ; Audirene Amorim Santana ; Djavania Azevêdo da Luz Silva 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [dja.ufma@gmail.com](mailto:dja.ufma@gmail.com).

**Resumo:** O impacto gerado pelos resíduos agroindustriais vem tornando-se uma grande preocupação mundial. Desta maneira, visando uma alternativa para esse desperdício a fim de torná-lo em algo que agrega valor aos alimentos, o presente trabalho teve como finalidade elaborar e avaliar nutricionalmente biscoitos tipo “cookies” enriquecidos com farinha da casca de abacaxi “pérola” cultivado no município de São Domingos do Maranhão e farinha do mesocarpo de babaçu, FMB (fruto de grande importância no Maranhão). Foram elaboradas quatro formulações de biscoitos tipo “cookie”, sendo: uma formulação de referência (Fref.), sem adição de nenhuma farinha e três formulações (F40, F50 e F60) com adição das farinhas de resíduos. Os resultados das análises nutricionais de cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico, mostraram que todas as formulações dos biscoitos enriquecidos com a farinha da casca de abacaxi e mesocarpo de babaçu apresentaram-se como uma alternativa de alimento nutritivo, funcional e saudável, pois, os valores encontrados estavam dentro do preconizado pela legislação (ANVISA) e de acordo com a literatura. Em relação à estabilidade de prateleira (pH e acidez), os biscoitos permaneceram dentro da faixa de acidez, após 165 dias de monitoramento, demonstrando que não estavam suscetíveis a possíveis ataques microbianos nesse período. Assim sendo, concluiu-se que enriquecer a massa tradicional para elaboração de biscoitos tipo “cookies” com farinha da casca do abacaxi “pérola” e farinha do mesocarpo de babaçu comercial, apresentou-se como uma ótima alternativa nutricional aos produtos elaborados. Ao considerar parâmetros como lipídios e valor calórico, observou-se que o biscoito de formulação F50 foi o que apresentou melhores resultados. Além dos aspectos nutricionais, o uso de resíduos agroindustriais, como a casca do abacaxi, para transformar em um produto alimentício contribui para a melhoria do aspecto ambiental.

**Palavras-chave:** abacaxi; alimentos; produto inovador; resíduo agroindustrial

### INTRODUÇÃO

A espécie *Ananas comosus* (L) Merr. é a mais importante economicamente e mais amplamente cultivada da família *Bromeliaceae* (1). O gênero *Ananas* possui ampla diversidade genética, principalmente no Brasil, um dos centros de origem e dispersão dessas bromeliáceas. Essa variabilidade genética, entretanto, é ainda pouco explorada, apesar do

potencial que essas plantas têm para a geração de diversos produtos tais como, frutos para consumo *in natura*, sucos, doces, geleias, compotas, polpas, fibras, enzimas de ação proteolítica e metabólitos secundários, além do potencial ornamental (2).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (3), no período entre 2012 e 2018 a produção de abacaxi atingiu cerca de 11,9 bilhões de frutos. A área plantada de abacaxi no estado do Maranhão em 2016 foi de 1.726 hectares, com uma produção de 20.704 toneladas, e uma produtividade média de 11.995 toneladas por hectares. O Maranhão manteve-se entre os cinco maiores produtores de abacaxi da região nordeste, segundo a Produção Agrícola Municipal – PAM (4).

Durante o processamento do abacaxi, são descartados a coroa, a casca, o cilindro central e suas extremidades, considerados como resíduos. Todas essas partes descartadas correspondem a aproximadamente 38% do peso do fruto (5). Em seu estudo, Godim et al. (6) verificou que a casca de abacaxi apresentou mais fibras (3,89 g.100g<sup>-1</sup>), cálcio (76,44 mg.100g<sup>-1</sup>), potássio (285,87 mg.100g<sup>-1</sup>) e proteínas (1,45 g.100g<sup>-1</sup>) do que a constituição da polpa para fibras (1 g.100g<sup>-1</sup>), cálcio (48 mg.100g<sup>-1</sup>), potássio (131 mg.100g<sup>-1</sup>) e proteínas (1 g.100g<sup>-1</sup>).

Na América Latina mais de 50% das frutas e vegetais destinados ao consumo são descartados. A colheita, processamento, fases de distribuição e o consumo, são as principais etapas responsáveis pelos resíduos. Um alto nível de desperdício é resultado do processamento de alimentos quando as cascas, sementes e caules são descartados e muitas vezes não há tecnologia adequada para processá-los, ou os consumidores não aceitam ou mesmo são inadequados ao consumo (7). Segundo Matias et al. (8), esses resíduos são compostos de minerais, fibras e compostos antioxidantes. Esses nutrientes oriundos dos resíduos são importantes para várias funções no organismo, mas que na maioria das vezes não são utilizados pelas indústrias.

A partir do aproveitamento destes resíduos, o desperdício de alimentos pode ser minimizado e gerar uma nova fonte de nutrição. O subproduto é um produto secundário gerado durante o processo produtivo e que pode ter reaproveitamento econômico tanto vendido quanto reutilizado no processo produtivo, como o de alimentos (9). É interessante agregar valor a esses resíduos, melhorando o aspecto econômico das indústrias e, conseqüentemente, melhorando o aspecto ambiental. Vários estudos mostram a utilização eficiente desses resíduos (10).

Já o babaçu (*Orbignya oleifera*) é uma planta nativa brasileira disseminada por todo o interior do país, desde o estado do Amazonas ao estado de São Paulo, sendo sua produção mais expressiva no Maranhão. O coco do babaçu pertence à família das palmeiras e pode ser utilizado para a geração de energia, artesanato, produção da farinha de babaçu e fabricação de óleos (11, 12).

A farinha do mesocarpo de babaçu (FMB), subproduto do babaçu, é um alimento muito rico em sais minerais, fibras, vitaminas e amido, a mesma pode ser utilizada em produtos de panificação (13). Portanto, o desenvolvimento de um biscoito a base de FMB tem efeitos positivos tanto pelo apoio regional quanto pelo seu valor nutritivo (14).

A resolução RDC nº 263 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária define biscoito ou bolacha como os produtos obtidos pela mistura de farinha(s), amido(s) ou fécula(s) com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (15). Segundo Pareyt et al. (16) os cookies são produtos assados com adição de cereais, altos níveis de açúcar e de gordura além de baixos níveis de água (1-5%).



O presente estudo tem por objetivo caracterizar, analisar nutricionalmente e realizar um estudo de durabilidade de biscoitos tipo cookies enriquecidos com farinha da casca de abacaxis pérola e mesocarpo de babaçu, a fim de aumentar o valor nutricional do produto elaborado. Além disso, realizar um estudo comparativo destes biscoitos tipo “cookie” com os já reportados na literatura elaborados de farinhas de abacaxis.

## MATERIAL E MÉTODOS

A farinha da casca do abacaxi do cultivar “pérola” do município de São Domingos do Maranhão empregada nesta pesquisa foi adquirida de um trabalho paralelo a este, isto é, após as mesmas terem sido avaliadas quanto ao seu potencial nutricional e condições higiênico-sanitárias.

### Elaboração dos biscoitos

Os biscoitos foram elaborados nos laboratórios de Análises de Alimentos do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água (PCQA-UFMA). Ressalta-se que as formulações finais foram obtidas após vários testes preliminares. Destas, foram elaboradas 04 formulações de biscoito tipo “cookie”: **Fref.** (formulação de referência sem adição de nenhuma farinha de resíduo e farinha do mesocarpo de babaçu); **F40** (formulação com adição de 25 g de farinha da casca de abacaxi e 15 g da farinha do mesocarpo de babaçu); **F50** (formulação com adição de 35 g de farinha da casca de abacaxi e 15 g da farinha do mesocarpo de babaçu); **F60** (formulação com adição de 45 g de farinha da casca de abacaxi e 15 g da farinha do mesocarpo de babaçu). A tabela 1 demonstra a composição para cada biscoito tipo “cookie” elaborado.

Tabela 1. Composição das formulações de biscoitos tipo “cookie” adicionados de farinha da casca de abacaxi “pérola” e farinha do mesocarpo de babaçu.

<b>Ingredientes</b>	<b>F<sub>ref.</sub></b>	<b>F<sub>40</sub></b>	<b>F<sub>50</sub></b>	<b>F<sub>60</sub></b>
Farinha de trigo sem fermento (g)	100	100	100	100
Farinha FCAP (g)	0	25	35	45
Farinha mesocarpo de babaçu (g)	0	15	15	15
Açúcar cristal (g)	35	35	35	35
Açúcar mascavo (g)	35	35	35	35
Manteiga sem sal (g)	50	50	50	50
Essência de baunilha (mL)	1	1	1	1
Fermento em pó (g)	5	5	5	5
Sal (g)	0,5	0,5	0,5	0,5
Gotículas de chocolate (g)	100	100	100	100

Fonte: Autoria própria

Todos os ingredientes listados na tabela 1 foram obtidos em comércio local, com exceção das farinhas da casca de abacaxi “pérola” que foram produzidas nos laboratórios de Análises de Alimentos do PCQA – UFMA e da farinha do mesocarpo de babaçu que foi doada para pesquisa por uma cooperativa chamada “Mulheres mãos de fibra”, localizada na Comunidade Serra em Turilândia - MA.

Os ingredientes foram inicialmente separados e pesados em balança digital convencional. Bateu-se, manualmente, em uma vasilha, o açúcar e a manteiga com o auxílio de uma colher (ambos utensílios eram de material plástico) até a obtenção de uma

consistência esbranquiçada. Em seguida adicionou-se as farinhas nas proporções para cada formulação, homogeneizou-se, e por fim, o sal, a essência de baunilha e as gotas de chocolate foram acrescentadas. Após a massa ter adquirido consistência, formou-se (manualmente) bolinhas com cerca de 20 g cada. Estas foram transferidas para uma forma antiaderente forrada com papel manteiga para assar em forno convencional, pré-aquecido, por 20 min a uma temperatura de  $\pm 200$  °C. Após resfriarem a temperatura ambiente, os biscoitos foram acondicionados em sacos herméticos, onde permaneceram até que as análises nutricionais fossem iniciadas, assim como os testes de prateleira. As figuras 1, 2 e 3 ilustram os biscoitos de cada formulação obtidos após a cocção de cada fornada.



Figura 1. Biscoitos tipo “cookie” padrão de referência (F<sub>ref.</sub>)  
Fonte: Autoria própria



Figura 2. Biscoitos tipo “cookie” enriquecidos com farinha da casca de abacaxi “pérola”: F40, F50 e F60, respectivamente.  
Fonte: Autoria própria

### Caracterização nutricional

Todas as análises nutricionais (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e valor calórico) e testes de prateleira, foram realizados seguindo as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (17), onde cada amostra de cada formulação dos biscoitos “cookie” foi devidamente pesada e triturada com auxílio de almofariz e pistilo em triplicatas.

### Umidade

Pesou-se 10 g de cada amostra em cadinhos previamente tarados em estufa a 105 °C e resfriados em dessecador até atingir temperatura ambiente. Em seguida levou-se os cadinhos para estufa onde permaneceram em aquecimento por 3 horas a uma temperatura de 105 °C. Após o resfriamento em dessecador, pesou-se os cadinhos (até peso constante) e realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em porcentagem de acordo com a equação 1.

Cálculo:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{umidade por cento} \left( \frac{m}{m} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

N = (cápsula + amostra úmida) – (cápsula + amostra seca) = perda de peso (g);

P = massa da amostra (g).

### Cinzas

Para a determinação de cinzas (resíduo por incineração), pesou-se 5 g de cada amostra em cápsulas previamente taradas em estufa a 105 °C e resfriados em dessecador até atingir temperatura ambiente. Em seguida, realizou-se uma pré-queima com o auxílio de um bico de Bunsen para então serem levadas para incineração em forno mufla por 4 horas a uma temperatura de 600 °C. Após o resfriamento em dessecador, pesou-se as cápsulas (até peso constante) e realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em porcentagem, de acordo com a equação 2.

Cálculo:

$$\frac{100 \times N}{P} = \text{cinzas por cento} \left( \frac{m}{m} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

N = (cadinho + amostra após a calcinação) – (cadinho sem amostra) = massa (g) de cinzas;

P = massa da amostra (g).

### Proteínas

A determinação de proteína, seguiu o método de Kjeldahl e foi dividida em três etapas:

- Digestão: Pesou-se 0,1 g de cada amostra em papel manteiga que em seguida foram transferidas para tubos de Kjeldahl, onde foi adicionado 2 mL de ácido sulfúrico concentrado e 1 g de uma mistura catalítica (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e Se, numa proporção 2:1). Logo a seguir aqueceu-se a 350 °C por 2 horas até a solução tornar-se clara e em seguida esperou-se esfriar para seguir com a etapa posterior.
- Destilação: Após o resfriamento do tubo de Kjeldahl contendo a amostra digerida, adicionou-se 2 mL de água destilada e 3 gotas da solução fenolftaleína (1%). A seguir, o tubo foi adaptado ao conjunto de destilação, mergulhando-se a extremidade afilada ao condensador em 20 mL de ácido clorídrico (0,02 N), devidamente padronizado, contidos em erlenmeyer de 250 mL, juntamente com 5 gotas de vermelho de metila 1% e 1 gota azul de metileno 1%. Ao tubo de Kjeldahl, foi adicionado por meio de funil com torneira, 15 mL de solução de hidróxido de sódio

(40%). Logo após, houve aquecimento até a ebulição e a destilação ocorreu por 4 minutos. Coletou-se o destilado no erlenmeyer.

- Titulação: Nesta última etapa, realizou-se a titulação do ácido clorídrico (0,02 N) contido no erlenmeyer com o auxílio de solução de hidróxido de sódio (0,02 N), padronizado, até mudança de coloração de azul para verde. Em seguida, realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em porcentagem de acordo com a equação 3.

Cálculo:

Porcentagem de nitrogênio:

$$\frac{V \times 0,028}{P} = \textit{nitrogênio} (\%) \quad (\textit{Equação 3})$$

Em que,  $V = (V \text{ HCl } (0,02 \text{ M}) \times f \text{ HCl}) - (V \text{ NaOH } (0,02 \text{ M}) \times f \text{ NaOH})$  = diferença entre o volume de ácido clorídrico (0,02 M), adicionado (multiplicado pelo fator de padronização do ácido clorídrico) e o volume de hidróxido de sódio (0,02 M) gastos na titulação da amostra em mL (multiplicado pelo fator de padronização da solução de hidróxido de sódio);

0,028 = miliequivalente grama do nitrogênio multiplicado pela concentração;

P = massa da amostra em gramas.

A porcentagem de proteína foi calculada através da equação 4.

$$P = N \times 5,75 \quad (\textit{Equação 4})$$

Em que, N = % de nitrogênio; 5,75 = fator de conversão para proteína vegetal.

Lipídios

A determinação de lipídios foi feita a partir da extração com solvente. Inicialmente, pesou-se 5 g de cada amostra em papel filtro, os quais foram levados para o extrator de Soxhlet. A gordura foi extraída com hexano sob aquecimento em chapa elétrica por 6 horas em balões de 250 mL previamente tarados em estufa a 105 °C e resfriados em dessecador até atingir temperatura ambiente. Ao término, os balões foram levados para estufa por 1 hora a uma temperatura de 105 °C. Após o resfriamento em dessecador, pesou-se os balões (até peso constante) e realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em porcentagem, através da equação 5.

Cálculo:

$$\frac{100 \times N}{m} = \textit{lipídios por cento} \left(\frac{m}{m}\right) \quad (\textit{Equação 5})$$

Em que, N = (balão com gordura) – (balão sem gordura) = massa (g) de lipídios;

m = massa da amostra (g).

#### 4.3.5 Carboidratos

A determinação do teor de carboidratos foi feita pela diferença do valor de 100 (cem) subtraído do somatório dos valores médios já obtidos de umidade, cinzas, lipídios e proteínas. Os resultados foram expressos em porcentagem, de acordo com a equação 6.

Cálculo:

$$100 - (\%U + \%C + \%P + \%L) = \% \text{carboidratos} \quad (\text{Equação 6})$$

Em que, U = umidade; C = cinzas; P = proteína; L = lipídios.

Valor Calórico

A determinação do valor calórico foi realizada através dos valores médios já obtidos pelos teores de proteínas (P), lipídios (L) e carboidratos (C). Os resultados foram expressos em Kcal/100g, através da equação 7.

Cálculo:

$$(P \times 4) + (L \times 9) + (C \times 4) = \text{valor calórico} \left( \frac{\text{Kcal}}{100\text{g}} \right) \quad (\text{Equação 7})$$

Em que, P: valor da proteína (%); L: valor de lipídios (%); C: valor de carboidratos (%); 4: fator de conversão em Kcal para proteínas e carboidratos metabolizadas pelo organismo; 9: fator de conversão em Kcal para lipídios metabolizados pelo organismo.

### Teste de prateleira

A fim de avaliar a durabilidade e qualidade dos produtos elaborados (biscoitos “cookies”), estes foram submetidos ao que se chama de teste de prateleira, realizado através das análises físico-químicas de pH e acidez titulável, seguindo as recomendações do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

pH

Para determinação de pH fez-se o uso de um pHmetro previamente calibrado com soluções tampões de 4,0 e 7,0. A seguir diluiu-se em 100 mL de água destilada, 10 g de cada amostra pesadas em béquer de 100 mL, em seguida houve a homogeneização com o auxílio de um bastão de vidro. Logo após, as amostras foram levadas ao equipamento para leitura dos resultados.

Acidez titulável

Na determinação de acidez usou-se o método de titulação. Pesou-se 2,5 g de cada amostra e transferiu-se para erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água destilada. Adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína (1%) e realizou-se a titulação com solução de hidróxido de sódio (0,1 M), padronizado, até coloração rósea. Em seguida, realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por cento m/v, através da equação 8.

Cálculo:

$$\frac{V \times F \times M \times PM}{10 \times P \times n} \quad (\text{Equação 8})$$

Em que, V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL; M = molaridade da solução de hidróxido de sódio; P = massa da amostra em g; PM = peso molecular do ácido cítrico em g; n = número de hidrogênios ionizáveis; F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão descritos os resultados obtidos das análises nutricionais dos “cookies” padrão e os acrescidos de FCA e FMB.

Tabela 2. Valores (média ± desvio) das análises químicas dos biscoitos tipo “cookie” adicionados de farinha da casca de abacaxi “pérola” e farinha do mesocarpo de babaçu.

Parâmetros (%)	Fref.	F40	F50	F60
<b>Umidade</b>	3,01±0,16	2,85±0,03	2,85±0,16	3,19±0,13
<b>Cinzas</b>	0,80±0,11	1,04±0,25	1,77±0,19	1,78±0,11
<b>Proteínas</b>	5,91±0,86	5,26±0,00	5,15±0,70	5,08±0,86
<b>Lipídios</b>	35,25±1,53	30,64±0,42	25,83±0,45	26,20±0,16
<b>Carboidratos</b>	55,03±1,77	60,21±0,49	64,40±0,87	63,75±0,89
<b>Valor Calórico (Kcal.100g<sup>-1</sup>)</b>	561,01±15,86	537,64±4,26	510,67±6,03	511,12±5,16

Fonte: Autoria própria

Analisando-se a tabela 2, nota-se que praticamente todos os biscoitos apresentaram umidade baixa, numa faixa entre 2,85% e 3,19%. De acordo com a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA, a umidade de biscoitos e bolachas devem ser de no máximo 14%, assim, os valores de umidade dos biscoitos encontram-se de acordo com o que é preconizado pela legislação brasileira (15). Em relação ao biscoito padrão (feito somente com farinha de trigo comercial sem fermento), e os biscoitos com adição das farinhas das cascas dos abacaxis e da farinha do mesocarpo de babaçu, estes apresentaram valores menores. De acordo com Madrona e Almeida (18) a baixa umidade em produtos alimentícios é capaz de inibir o crescimento microbiano, provocar modificações na textura e aumentar a vida útil.

Nas análises de cinzas, encontrou-se valores satisfatórios, pois todos os biscoitos apresentaram valores menores do que 1,78%, o que corrobora com o preconizado pela legislação que aceita valores de máximo 3% (15). Erkel et al. (19) encontrou valores parecidos em sua formulação que foram de 0,74% a 1,15% nos biscoitos acrescidos da farinha de abacaxi. Os biscoitos adicionados de farinha de casca de abacaxi e farinha do mesocarpo apresentaram teores de cinzas maiores do que o biscoito padrão. Isso ocorreu, possivelmente, por conta da casca de abacaxi e a farinha do mesocarpo de babaçu serem ricas em minerais, enquanto a farinha de trigo é pobre nesse aspecto (20). Ao analisar os resultados dos biscoitos das formulações da FCAP, nota-se que à medida que a quantidade da farinha da casca do abacaxi aumenta, o teor de cinza também aumenta, sendo a F60 do



FCAP a de maior valor, logo supõem-se que provavelmente será a que apresentará maior índice de minerais.

Quanto às análises de proteínas, todos os biscoitos apresentaram valores maiores do que 5,08%. Na formulação dos biscoitos que foi adicionado farinha da casca do abacaxi “pérola”, observou-se uma diminuição no teor de proteína à medida que se aumentou a quantidade de farinha da casca do abacaxi “pérola”. Segundo Duarte et al. (21), esse resultado é esperado, pois farinhas de frutas ou de resíduos de frutas, não contém elevados teores protéicos. Os resultados correspondem a outros trabalhos encontrados na literatura, por exemplo, Erkel et al. (19) encontrou um teor proteico de 5,26%.

Em relação aos lipídios, os valores dos biscoitos com adição de farinha de abacaxi variaram entre 25,83% a 30,64%, tendo a formulação padrão um valor maior de 35,25%. Esses valores, relativamente altos podem ser atribuídos aos ingredientes da composição dos biscoitos como a manteiga e as gotículas de chocolate, que são produtos ricos em gordura. As formulações apresentam valores similares aos encontrados no trabalho de Bauer et al. (22) que encontrou valor de 31,70% em uma de suas formulações.

Os valores de carboidratos variaram entre 60,21% e 64,40%, valores estes maiores do que a formulação de referência que apresentou um valor de 55,03%, isto deve ter ocorrido provavelmente, devido a adição da farinha da casca de abacaxi, uma vez que farinhas produzidas com resíduos de frutas possuem elevado teor de carboidratos (21). Silva et al. (23) encontrou em seu trabalho um valor de 60,00%, já Bauer (22) encontrou valores que variaram entre 54,33 e 76,26%, tendo um aumento à medida que aumentava a adição de farinha de resíduo e o mesmo pode ser observado nas formulações F40 e F50.

Em relação ao valor calórico, todos os biscoitos apresentaram valores altos, entretanto menores do que a formulação padrão (561,01 Kcal.100g<sup>-1</sup>), tendo como menor valor a formulação F50 (510,67 Kcal.100g<sup>-1</sup>). Observou-se que nos biscoitos feitos a partir da casca de abacaxi houve um abaixamento nos valores à medida que a quantidade de farinha foi adicionada nas formulações. Assim, pode se supor que quanto maior a quantidade de farinha adicionada nas formulações, menores são os teores calóricos. Os valores, consideravelmente altos, podem ser atribuídos aos altos teores de lipídios obtidos nos biscoitos que têm grande peso na equação para determinação do valor calórico.

As tabelas 3 e 4 ilustram os resultados obtidos nos testes de prateleira de pH e acidez titulável respectivamente, para os produtos elaborados por um período de 165 dias, analisados quinzenalmente.

Tabela 3. Teste de prateleira quinzenal dos biscoitos tipo “cookie” a partir da análise de pH.

<b>Tempo de Armazenamento em dias</b>	<b>Fref.</b>	<b>F40</b>	<b>F50</b>	<b>F60</b>
<b>0</b>	5,63	5,48	5,62	5,50
<b>15</b>	5,95	5,58	5,57	5,36
<b>30</b>	6,04	5,43	5,53	5,41
<b>45</b>	6,01	5,39	5,33	5,03
<b>60</b>	6,18	5,52	5,32	5,25
<b>75</b>	6,38	5,59	5,49	5,28
<b>90</b>	6,37	5,48	5,47	5,13
<b>105</b>	6,37	5,52	5,49	5,21
<b>120</b>	6,23	4,88	5,40	4,91

<b>135</b>	5,94	4,66	5,00	5,04
<b>150</b>	5,91	5,00	5,04	4,98
<b>165</b>	5,90	5,07	5,08	5,03

Fonte: Autoria própria

Tabela 4. Valores (média  $\pm$  desvio) das análises do teste de prateleira quinzenal dos biscoitos tipo “cookie” a partir da análise de acidez (g ácido cítrico.100g<sup>-1</sup>).

<b>Tempo de Armazenamento em dias</b>	<b>Fref.</b>	<b>F40</b>	<b>F50</b>	<b>F60</b>
<b>0</b>	0,13 $\pm$ 0,03	0,36 $\pm$ 0,11	0,37 $\pm$ 0,01	0,48 $\pm$ 0,01
<b>15</b>	0,10 $\pm$ 0,01	0,35 $\pm$ 0,01	0,34 $\pm$ 0,03	0,31 $\pm$ 0,04
<b>30</b>	0,17 $\pm$ 0,04	0,36 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,06	0,56 $\pm$ 0,06
<b>45</b>	0,19 $\pm$ 0,07	0,35 $\pm$ 0,03	0,32 $\pm$ 0,03	0,50 $\pm$ 0,01
<b>60</b>	0,10 $\pm$ 0,03	0,39 $\pm$ 0,02	0,46 $\pm$ 0,00	0,46 $\pm$ 0,04
<b>75</b>	0,05 $\pm$ 0,02	0,25 $\pm$ 0,02	0,28 $\pm$ 0,02	0,31 $\pm$ 0,06
<b>90</b>	0,05 $\pm$ 0,01	0,30 $\pm$ 0,02	0,29 $\pm$ 0,03	0,32 $\pm$ 0,04
<b>105</b>	0,22 $\pm$ 0,02	0,16 $\pm$ 0,02	0,15 $\pm$ 0,04	0,22 $\pm$ 0,02
<b>120</b>	0,13 $\pm$ 0,01	0,18 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,02	0,23 $\pm$ 0,04
<b>135</b>	0,13 $\pm$ 0,06	0,27 $\pm$ 0,05	0,41 $\pm$ 0,16	0,45 $\pm$ 0,01
<b>150</b>	0,25 $\pm$ 0,02	0,22 $\pm$ 0,02	0,19 $\pm$ 0,02	0,05 $\pm$ 0,02
<b>165</b>	0,05 $\pm$ 0,0	0,09 $\pm$ 0,04	0,13 $\pm$ 0,06	0,08 $\pm$ 0,02

Fonte: Autoria própria

Observando-se os dados encontrados na tabela 3, o pH apresentou inicialmente valores na faixa de 5,48 a 5,62 nos biscoitos com adição de farinha da casca de abacaxi “pérola” e no biscoito padrão o valor do pH encontrado foi de 5,63. Todos os valores continuaram na faixa considerada ácida. Esses resultados conferem com os encontrados no teste de acidez (tabela 4), ou seja, formulações com a farinha de resíduo de abacaxi produziram biscoitos com maiores teores de acidez, quando comparados à formulação padrão. Na última quinzena os valores encontrados nas formulações com adição da farinha de abacaxi foram entre 5,03 e 5,08. Os fatores que influenciam a vida-de-prateleira de um produto são categorizados em intrínsecos (atividade de água, pH, nutrientes) e extrínsecos (temperatura, umidade, estocagem, transporte, embalagem) (24). Ao comparar os resultados de Araujo (25) que avaliou “cookies” enriquecidos também com farinha de abacaxi, observa-se que obtiveram valores de pH em torno de 4,54 a 5,92, similares ao encontrado neste trabalho. O pH poderá variar de acordo com a quantidade dos ingredientes utilizados no preparo dos biscoitos e do pH destes ingredientes/matérias-primas (21). Além disso, fatores como umidade podem ter contribuído significativamente para a variação do pH ao longo do tempo.

Nos testes iniciais para a acidez titulável, as formulações com a farinha de resíduo de frutas produziram biscoitos com maiores teores de acidez (0,36 a 0,48) quando comparados à formulação padrão (0,13). Esse fato pode ser justificado pelo alto teor de ácido cítrico presente no abacaxi (26). Em comparação com a última quinzena, observou-se que os valores diminuíram para 0,08 a 0,13. Enquanto que a formulação padrão diminuiu para 0,05. A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na avaliação do estado de conservação de um produto alimentício e podemos observar nesse estudo que as amostras apresentaram características ácidas nas formulações, condições estas, favoráveis no

armazenamento, por dificultarem o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes. Duarte et al. (21), encontrou valores ainda menores, entre 0,02 a 0,03 em biscoitos confeccionados com farinha de resíduo de frutas (abacaxi, maracujá, banana e maçã). De acordo com Mauro, Silva e Freitas (27), estes resultados podem ser atribuídos à adição de farinhas ricas em fibras alimentares.

Logo estudar os valores de pH e acidez quinzenalmente por um período de 165 dias, como teste de prateleira, pode-se considerar que os biscoitos elaborados por esta pesquisa apresentaram valores para estes parâmetros dentro da faixa ainda considerada ácida, supondo-se desta maneira, que há uma probabilidade muito baixa ou de difícil crescimento microbiano, visto que o nível de acidez é um importante parâmetro na avaliação do estado de conservação (28). Logo, pode-se garantir que, os biscoitos “cookies” elaborados a partir de diversas formulações ainda estavam seguros para consumo.

## CONCLUSÕES

Os biscoitos tipo “cookies” acrescidos de farinha de casca de abacaxi e farinha do mesocarpo de babaçu conferiram maiores valores nutricionais do que formulações de biscoitos compostos apenas pela farinha de trigo. Em todas as análises realizadas, observou-se que as 3 (três) formulações obtiveram os melhores resultados em comparação a formulação padrão de referência e que a formulação F50 foi a que mais se sobressaiu em relação aos parâmetros como lipídios e valor calórico estudados, parâmetros esses que são bastante almejados ao se escolher um produto alimentício para consumo hoje em dia.

Em relação ao teste de prateleira (pH e acidez), os biscoitos permaneceram dentro da faixa de acidez, após os 165 dias de monitoramento, demonstrando assim, que os biscoitos não estavam suscetíveis a possíveis ataques microbianos.

Desta maneira, conclui-se que a proposta deste trabalho em enriquecer a massa tradicional para elaboração de biscoitos tipo “cookies” com farinhas de resíduos agroindustriais (cascas de abacaxis “pérola”) e farinha do mesocarpo de babaçu, apresentou-se como uma ótima alternativa nutricional aos produtos elaborados, não deixando a desejar frente aos biscoitos “cookies” já consagrados comercialmente, podendo ser inseridos na alimentação de crianças, jovens e adultos, além de contribuir para a melhoria do aspecto ambiental.

## AGRADECIMENTOS

A UFMA, pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa e aos laboratórios de Ensino e Pesquisa de Engenharia Química (LEPEQ) e de Controle de Qualidade de Alimentos e Águas – PCQA – CCET/UFMA. À Cooperativa Mulheres Mão de Fibra, pela doação das farinhas do mesocarpo do babaçu (AVESOL).

## REFERÊNCIAS

1. Manetti LM, Delaporte RH, Laverde Junior A. Metabólitos secundários da família Bromeliaceae. *Quim. Nova*. 2009;32:1885-1897.

2. Souza EH, Souza FVD, Costa MAC, Costa JR DS, Santos-Serejo JA, Amorin EP, et al. Genetic variation of the Ananas genus with ornamental potential. genetic resources and crop evolution. Springer Link. 2012;59:1357-1376.
3. Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal [internet]. 2016 [acesso em 25 de junho de 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>
4. Instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE). Produção Agrícola Municipal [internet]. 2019 [acesso em 25 de junho de 2023]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>
5. Sarzi B, Durigan JF, Rossi Junior OD. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi ‘pérola’. Rev. Bras. Fruticultura. 2002;24:376-380.
6. Gondim JAM, Moura MFV, Dantas AS, Medeiros RLS, Santos KM. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2005;25:825-827.
7. Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U. Global food losses and food waste – extent, causes and prevention. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations; 2011.
8. Matias MFO, Oliveira EL, Gertrudes E, Magalhães MA. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium occidentale*, L) and guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. Braz. Arch. Biol. Technol. 2005;48:143-150.
9. Galindo CO. Análise sensorial de produtos elaborados à base de partes não convencionais de frutas [doutorado]. Londrina: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2014.
10. Schieber A, Stintzing FC, Carle R. Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments. Trends Food Science Technology. 2001;12:401-413.
11. Porto MJF. Estudo preliminar de dispositivo de quebra e caracterização dos parâmetros físicos do coco babaçu [mestrado]. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas; 2004.
12. Sudre KJF, Santos AMCM, Moreira LRM. O. Avaliar a composição química do mesocarpo de babaçu (*Orbignya oleifera*) in natura no município Raposa - MA. Eclet. Quim. 2014;39:216-226.

13. Carrazza LR, Ávila JCC, Silva MLS. Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto e da folha do babaçu (*Attalea spp.*). Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN); 2012.
14. Bandeira ZR. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de biscoito doce sem glúten com farinha de mesocarpo de babaçu e farinha de arroz [graduação] Imperatriz: Universidade Federal do Maranhão; 2016.
15. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005). Resolução RDC n. 263, 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo.
16. Payret B, Talhaoui F, Kerckhofs G, Brijs K, Goesaert H, Wevers M, et al. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*. 2009;90:400-408.
17. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; 2008.
18. Madrona, GS, Almeida AM. Elaboração de biscoitos tipo cookie à base de okara e aveia. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. 2008;17:61-72.
19. Erkel A, Ávila CA, Romeiro MM, Santos EF, Sarmento UC, Novello D. Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. *Rev. Uniabeu*. 2015;8:272-288.
20. Barreiro N. Obtenção de farinha de casca de abacaxi e aplicação em sorvete [graduação]. Medianeira: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.
21. Duarte SG, Almeida FV, Valério GBR, Dorini LF, Gomes VM, Costa SM, et al. Biscoito tipo cookie com adição de farinha de resíduos de frutas. *Rev. Exatas Online*. 2021;12:23-37.
22. Bauer ET, Ziani JS, Kroth LT. Elaboração e caracterização de biscoitos tipo cookie com adição de farinha de casca de abacaxi [tecnólogo]. Santa Catarina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC); 2018.
23. Silva LMSF, Oliveira ALS, Santos TC, Rasmø TCN, Santos MG, Jesus CA, et al. Elaboração de biscoitos amanteigados com adição de farinha da casca de abacaxi. Montes Claros: SIMEALI (Simpósio de Engenharia de Alimentos da UFMG); 2017.
24. Pinto JV. Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios [graduação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2015.

25. Araújo PC. Desenvolvimento de Biscoitos tipo Cookie a partir da substituição percentual de farinha de casca de abacaxi pérola e maracujá rubi do cerrado. [graduação]. Morrinhos: Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos; 2019.
26. Salunkhe DK, Desai BB. Postharvest biotechnology of fruits. 2. ed. CRC-Press; 1984.
27. Mauro AK, Silva VLM, Freitas MCJ. Caracterização física, química e sensorial de cookies confeccionados com farinha de talo de couve (FTC) e farinha de talo de espinafre (FTE) ricas em fibra alimentar. Ciênc. Tecnol. Aliment. 2010;30:719-728.
28. Barros LS, Ribeiro NLA, Ferreira WCO, Nobre MLM, Alvesz TL, Lima ACS, et al. Utilização de farinha de resíduo de abacaxi aromatizada na produção de cookies. Braz. J. of Develop. 2019;5:21926-21937.



## REAPROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL DE CASCAS DE ABACAXI PÉROLA PARA OBTENÇÃO DE FARINHAS COMO ALTERNATIVA PARA FINS ALIMENTÍCIOS

Layane Santos Leal<sup>ID</sup>; Ana Carolina Lobato Feitosa<sup>ID</sup>; Rayane Cunha Silva<sup>ID</sup>; Jocileia Ribeiro Mendonça<sup>ID</sup>; Giuliany dos Santos Ferreira Nogueira<sup>ID</sup>; Audirene Amorim Santana<sup>ID</sup>; Djavania Azevêdo da Luz Silva<sup>ID</sup>\*

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [dja.ufma@gmail.com](mailto:dja.ufma@gmail.com).

### RESUMO

Com clima e solo favoráveis, o Brasil, tornou-se um dos maiores produtores de frutas do mundo. No entanto, essa grande produtividade gera uma quantidade significativa de resíduos agroindustriais, que possuem uma carga nutritiva elevada de vitaminas, sais minerais e fibras, mas, que são descartados de forma incorreta sem nenhum tratamento prévio no meio ambiente, contribuindo com a poluição urbana. Baseado neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo principal agregar valor a um resíduo agroindustrial, elaborando farinha a partir das cascas do abacaxi Pérola cultivado no município de São Domingos do Maranhão, avaliando o potencial nutricional e tempo de prateleira da farinha obtida, visando possíveis aplicações em formulações alimentícias. Quanto às análises nutricionais, obteve-se os seguintes resultados: umidade (7,70%); cinzas (5,08%); lipídios: (1,47%); proteínas: (3,52%), carboidratos: (82,23%) e valor calórico: (354,34 kcal.100g<sup>-1</sup>), todos estes valores corroboram com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira (MAPA) e se assemelham aos resultados disponíveis na literatura científica. Para as análises de teste de prateleira (pH e acidez titulável) num intervalo de seis meses de monitoramento, a farinha mostrou-se segura para a manipulação durante esse período, sem que houvesse risco de ataque microbiano, devido ainda estarem dentro da faixa de acidez permitida (pH < 4,5). A partir dos resultados obtidos para a composição nutricional, foi possível concluir que a farinha elaborada se apresentou como uma excelente alternativa para ser incorporada na elaboração de produtos alimentícios podendo ser inserido na alimentação de crianças, jovens e adultos, além de reduzir problemas ambientais com excesso de resíduos.

**Palavras-Chave:** Resíduos agroindustriais; Abacaxi pérola; Alimento

### INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) pertence ao gênero *Ananas*, que é o mais importante da família Bromeliaceae (1). Provavelmente nativo do sul da América do Sul, o abacaxi foi carregado por toda a América até a região da América Central e do Caribe muito antes da chegada dos europeus (2). O abacaxi é uma fruta tropical, possui alta concentração de açúcares, vitaminas e minerais, e é produzido em larga escala no Brasil (3). Cada planta

produz um único fruto, sendo utilizado tanto para o consumo “in natura”, quanto para a elaboração de uma variedade de produtos, tais como fruta em calda, sucos, pedaços desidratados e cristalizados, geleia, licor, vinho, vinagre e aguardente (4).

A cultura do abacaxi pode ser encontrada em quase todos os estados brasileiros e sua oferta é influenciada pelas condições climáticas, pelas variáveis econômicas, pelas condições logísticas, pelas estruturas dos canais de comercialização e, principalmente, pelas características internas e externas do fruto que tenham os padrões para atendimento das necessidades do consumidor (6, p18).

No estado do Maranhão, a cultura do abacaxi possui grande importância, sendo a principal fonte de renda de muitas famílias (7). Segundo dados do IBGE (8), em 2022 o Maranhão figurou em 8º lugar no ranking nacional de produtores de abacaxi, sendo o terceiro maior produtor do Nordeste. O rendimento médio da cultura no estado foi de 23.006 frutos/ha, contra 25.456 frutos/ha do Nordeste e de 24.705 frutos/ha do Pará, atualmente o maior produtor nacional. No Maranhão, a Mesorregião Central é a mais tradicional no cultivo de abacaxi, com destaque também para o cultivar “Pérola” (*Ananas comosus var. comosus*) (9), onde os municípios de São Domingos do Maranhão, Turiaçu, Graça Aranha, Lago dos Rodrigues e Santa Inês representam as maiores produções de abacaxi do estado (8).

No Brasil, grande parte dos alimentos de origem vegetal é desperdiçada. No caso das frutas o problema se agrava tanto pela alta perecibilidade e sazonalidade das safras como no próprio processo produtivo desde o plantio até chegar à mesa do consumidor (10). O descarte de resíduo é uma preocupação tanto em questão ambiental, como no desperdício de partes de alimentos com elevado conteúdo nutricional (11). O aproveitamento integral do fruto do abacaxi constitui numa alternativa eficaz para o destino desses subprodutos como a casca e o cilindro central, através do desenvolvimento de novas alternativas de alimentos (12).

Os resíduos de casca de frutas, que responde por até 50% do peso total dos frutos, são simplesmente descartados nos lixos ou incinerados, portanto, a utilização posterior desses subprodutos pode ajudar a reduzir o desperdício e os problemas ambientais. Este material tem grande potencial para ser aplicado em produtos de planificação, pois contém uma quantidade considerável de compostos bioativos, açúcares, minerais, fibras e fenóis, o que possibilita atividades nutricionais significativas (13). Dentro desse contexto, as cascas de abacaxi apresentam-se como um grande potencial de aproveitamento, por sua carga nutricional, ser rica em: açúcares, vitaminas, sais minerais e fibras (14).

Uma alternativa de reaproveitamento dos resíduos do processamento do abacaxi seria a utilização da casca para a elaboração de farinha (15). A produção de farinha da casca do abacaxi é uma forma de utilização do coproduto da indústria de sucos e compotas, que utiliza a casca como fonte para a alimentação humana, além de reduzir problemas ambientais com excesso de resíduos (16). Segundo Santos et al (17), as farinhas obtidas a partir dos resíduos de frutas, apresentam vantagens em relação às farinhas de cereais tais como maior preservação dos valores nutricionais, menor tempo de secagem, diferentes propriedades físicas e químicas. As farinhas das diversas porções de abacaxi apresentam um produto diferenciado, com potencial para atender as necessidades nutricionais de ingestão diárias recomendadas, indispensáveis para o funcionamento e manutenção do organismo, apesar disso não são usados em sua totalidade em função das frações desprezadas como a casca e o cilindro central (13).

Diante do exposto e da importância de se destinar os resíduos de frutas, tendo em vista a sustentabilidade e o incremento nutricional, o presente trabalho teve por objetivo elaborar uma farinha de cascas do abacaxi Pérola cultivado no município de São Domingos do MA, realizar a caracterização nutricional e avaliar o tempo de vida útil (teste de prateleira) dessa farinha e comparar com dados da literatura e legislação vigente.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta de amostra

Os abacaxis do cultivar Pérola (*Ananas comosus* var. *comosus*) oriundos do município de São Domingos do Maranhão, foram adquiridos no Centro Estadual de Abastecimento (CEASA) da capital São Luís. Foram adquiridos um total de 30 frutos desta variedade que foram transportados em caixas térmicas até os laboratórios de análises de alimentos do Programa de Controle e Qualidade de Alimentos e Água (PCQA- UFMA).

### Elaboração da farinha

No processo de higienização, inicialmente, retirou-se as coroas dos frutos, em seguida foi feita uma primeira lavagem com água corrente, escova e detergente neutro. Posteriormente, os frutos foram submetidos à assepsia com solução de hipoclorito de sódio a 5 ppm, por 10 minutos; depois os frutos passaram por uma segunda lavagem somente com água corrente para retirada do excesso de hipoclorito de sódio. Após a etapa de higienização, seguiu-se para a retirada das cascas. Com o auxílio de uma faca de aço inoxidável, todas as cascas foram retiradas e armazenadas em sacos plásticos. A Figura 1, demonstra as etapas descritas acima.

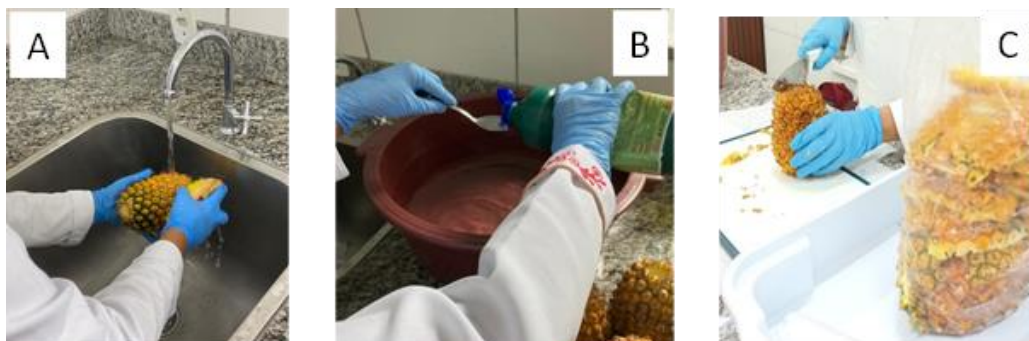


Figura 1. Sequência do processo de higienização dos frutos (A e B) e obtenção das cascas (C)  
Fonte: Autoria própria

As cascas foram transportadas em caixas de isopor com gelo, até o laboratório de Ensino e Pesquisa de Engenharia Química (LEPEQ – UFMA) onde foram acomodadas em um desidratador de alimentos (Marca: PARDAL) por um período de 90h sob temperatura de 60°C. A Figura 2, ilustra essa sequência.

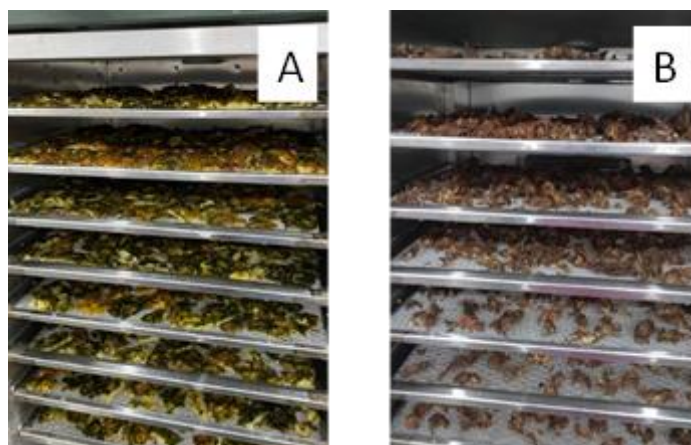


Figura 2. Cascas de abacaxi “in natura” (A) e desidratadas (B)  
Fonte: Autoria própria

Depois de transcorrido o tempo necessário para a desidratação, as cascas foram trituradas em liquidificador doméstico e peneiradas em peneiras comerciais com trama bem fininha. A farinha elaborada (Figura 3) foi armazenada em embalagens plásticas e em local seco até o momento das análises nutricionais e testes de prateleira.



Figura 3. Farinha elaborada a partir das cascas do abacaxi Pérola  
Fonte: Autoria própria

### **Caracterização nutricional da farinha elaborada**

A farinha elaborada foi submetida à caracterização nutricional (proteínas lipídios, carboidratos, valor calórico, teor de umidade e resíduo mineral fixo (RMF)) seguindo metodologias do Instituto Adolfo Lutz [18], descritas a seguir:

#### **Umidade**

Para a determinação de umidade, pesou-se 10 gramas de cada amostra em cápsulas de porcelana (previamente aquecidas em estufa a 105 °C, por uma hora, resfriadas em dessecador até temperatura ambiente e tarada). Aqueceu-se em estufa a 105 °C por 3 horas. Resfriou-se em dessecador até temperatura ambiente, pesou-se, obtendo-se então, a massa da amostra ausente de umidade (Figura 4).

A determinação da umidade das farinhas foi calculada através da Equação 1:

$$\% \text{ Umidade a } 105^{\circ}\text{C por cento (m/m)} = 100 \times \text{N/P (Equação 1)}$$

Onde:

N = (cápsula + amostra úmida) – (cápsula + amostra seca) = perda de peso em gramas da amostra.

P = massa da amostra em gramas.



Figura 4 - Amostras da farinha da casca do abacaxi Pérola ausente de umidade  
Fonte: A autoria própria

### Cinzas

Na determinação de cinzas, pesou-se aproximadamente 5 gramas de cada amostra em cadinhos de porcelana (previamente aquecidas em forno mufla a  $550^{\circ}\text{C}$  por uma hora, resfriados em dessecador até a temperatura ambiente). Em seguida passaram por uma “pré-queima” por 30 minutos e logo após isso foram incinerados a  $600^{\circ}\text{C}$  em forno mufla por 4 horas até restarem somente cinzas (Figura 5). Depois os cadinhos ficaram em dessecador até atingirem temperatura ambiente e logo em seguida foram pesados. Por meio da Equação 2, calculou-se o percentual de cinzas na amostra:

$$\text{Cinzas por cento (m/m)} = 100 \times \text{N/P (Equação 2)}$$

Onde: N: (cadinho + amostra após calcinação) – (cadinho sem amostra) = massa (g) de cinzas e P: massa da amostra (g).



Figura 5. Amostras das cinzas da farinha da casca do abacaxi Pérola  
Fonte: A autoria própria

### Proteínas



A determinação de proteínas foi baseada no método de Kjeldhal (18). A análise foi dividida em três etapas: digestão, destilação e titulação. Como descrito abaixo:

1) Digestão: pesou-se aproximadamente 0,1 g da amostra. Transferiu-se para um tubo de Kjeldhal, adicionando 2mL de ácido sulfúrico concentrado. Adicionou-se 1 g de uma mistura catalítica (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e Se, numa proporção 2:1). Aqueceu-se a 350°C por 2 horas até a solução se tornar clara e em seguida esperou-se esfriar para seguir com a etapa posterior.

2) Destilação: após o resfriamento do tubo de Kjeldhal contendo a amostra digerida, adicionou-se 2 mL de água destilada, em seguida, 10 gotas do indicador fenolftaleína 1%. Adaptou-se o tubo ao conjunto de destilação, mergulhou-se a extremidade afilada ao condensador em 20 mL de ácido clorídrico (0,02N), contidos em erlenmeyer de 250 mL, juntamente com 5 gotas de vermelho de metila 1% e 1 gota de azul de metileno 1% (indicador misto de Patterson. Ao mesmo tubo, foram adicionados por meio de funil com torneira, um excesso (15mL) de solução de hidróxido de sódio (40%). Logo após, aqueceu-se até a ebulição e destilou-se por 4 minutos. Coletando-se o destilado no erlenmeyer contendo 20 mL de ácido clorídrico (0,02N).

3) Titulação: titulou-se o excesso de ácido clorídrico (0,02N) com solução de hidróxido de sódio (0,02N), até mudança de coloração de azul para verde (Figura 6).

A Equação 3 expressa o cálculo para o valor da percentagem de Nitrogênio na amostra:

$$\text{Nitrogênio (\%)} = V \times 0,028 / P \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

V: (HCl (0,02N) x f HCl) – (V NaOH(0,02N) x f NaOH)) = diferença entre o volume de ácido clorídrico (0,02N), adicionado (multiplicado pelo fator de correção da padronização do ácido clorídrico) e o volume de hidróxido de sódio (0,02N) gastos na titulação da amostra em mL (multiplicado pelo fator de correção da padronização da solução de hidróxido de sódio); 0,028: miliequivalente gramas do Nitrogênio multiplicado pela concentração P: massa da amostra em gramas. A percentagem de proteínas é expressa pela Equação 4:

$$P = N \times 5,75 \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

N: % de Nitrogênio e 5,75: fator de conversão para proteína vegetal





Figura 6. Etapa de titulação para obtenção das proteínas da farinha da casca do abacaxi Pérola  
Fonte: Autoria própria

### Lipídios

Para a determinação de lipídios, pesou-se aproximadamente 5 gramas da amostra, que foi transferido para um cartucho de celulose e transferida para o extrator de Soxhlet. Extraíu-se em aparelho de Soxhlet (cujo balão foi previamente aquecido por uma hora em estufa a 105°C, resfriado em dessecador até temperatura ambiente e tarado), com hexano por 6 horas (Figura 7). Evaporou-se o solvente e colocou-se o balão com resíduo na estufa a 105°C por mais 1 hora. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. O teor de lipídios é determinado pela Equação 5:

$$\% \text{ Lipídeos} = 100 \times N/m \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

N = (balão com gordura) – (balão sem gordura) = massa de lipídios em gramas;

M = massa da amostra em gramas.



Figura 7. Extração de lipídeos da farinha da casca do abacaxi Pérola  
Fonte: Autoria própria

### Carboidratos

A determinação de teor de carboidratos é feita pela diferença do valor 100 (cem) subtraído do somatório dos valores já obtidos de umidade, cinzas, proteínas e lipídios. A Equação 6 expressa o cálculo para teor de carboidratos em percentagem.

$$\% \text{ Carboidratos} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios}) \text{ (Equação 6)}$$

### Valor calórico

A determinação do valor calórico foi realizada através dos resultados obtidos pelos teores de proteínas (P), lipídios (L), e carboidratos (C). A Equação 7 expressa o cálculo em Kcal/100g para o valor calórico.

$$\text{Valor calórico (Kcal/100g)} = (P \times 4) + (L \times 9) + (C \times 4) \text{ (Equação 7)}$$

Onde:

P: valor da proteína (%); L: valor de lipídios (%); C: valor de carboidratos (%); 4: fator de conversão em Kcal para proteínas e carboidratos metabolizados pelo organismo; 9: fator de conversão em Kcal para lipídios metabolizados pelo organismo.

### Testes de prateleira

Após a elaboração da farinha, foi necessário realizar um monitoramento de vida útil de prateleira do produto, a fim de avaliar sua durabilidade e qualidade. Para tanto, a mesma passou pelas análises físico-químicas de pH e acidez titulável, seguindo as recomendações propostas pelo Instituto Adolfo Lutz (18).

### Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a determinação do pH da amostra, foi utilizado um pHmetro de bancada que foi inicialmente aferido a temperatura de 25°C e calibrado com soluções tampão de pH 4,01 e 7,00. Em seguida pesou-se aproximadamente 10 g de cada amostra de farinha em um béquer e adicionou-se 100mL de água destilada, homogeneizou-se bem com o auxílio de um bastão de vidro, realizando posterior leitura, no qual foi inserido o eletrodo de vidro combinado na amostra. Em seguida foi anotando o resultado da leitura de pH para cada tipo de farinha específica.

### Acidez Titulável

Na determinação da acidez titulável, usou-se o método de titulação. Pesou-se 2,00 g de cada amostra e transferiu-se para erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água destilada. Adicionou-se 3 gotas de solução de fenolftaleína (1%) e realizou-se a titulação com solução de hidróxido de sódio (0,1 M), padronizado, até coloração rósea. Em seguida, realizou-se os cálculos. Os resultados foram expressos em g de ácido cítrico por cento m/v, através da equação 8.

$$ATT = \frac{V \times f \times M \times MM}{P \times 10 \times n} \text{ (g do ácido orgânico/100g de amostra) (Equação 8)}$$

Onde:

V = volume gasto na titulação (ml);

M = concentração de hidróxido de sódio (0,1M);

F = fator de correção da solução de NaOH;

MM = massa molar do ácido orgânico;

P = massa da amostra (g);

n = número de hidrogênios ionizáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação nutricional da farinha elaborada

Na Tabela 1 está descrita a composição nutricional da farinha elaborada, onde a sigla FCA refere-se à farinha obtida a partir das cascas do abacaxi Pérola.

Tabela 1. Valores (média  $\pm$  desvio) da composição nutricional da farinha elaborada

<b>Parâmetros</b>	<b>FCA</b>
Umidade (%)	7,70 $\pm$ 0,13
Cinzas (%)	5,08 $\pm$ 0,19
Lipídeos (%)	1,47 $\pm$ 0,02
Proteínas (%)	3,52 $\pm$ 0,11
Carboidratos (%)	82,23 $\pm$ 0,26
Valor Calórico (kcal/100g)	354,34 $\pm$ 1,14

Fonte: Autoria própria

A partir dos dados da tabela 1, observa-se que a amostra de farinha apresentou baixo teor de umidade, que é considerado um valor importante quando se estuda a durabilidade de matrizes para elaboração de produtos alimentícios no quesito perecibilidade. Valor inferior a esse também foi encontrado em estudo realizado por Erkel et al (4), que obtiveram teor de umidade igual a 5,76% também para a farinha de casca de abacaxi. Resultados superiores de umidade foram observados por Miri (19) e Moreno (11) na farinha de casca de abacaxi, com valores de 11,80% e 9,53%, respectivamente. Todas as amostras apresentaram valores que corroboram com o padrão estabelecido pela legislação brasileira, que delimita o teor de umidade em farinhas de trigo de até 15% (20). O teor de umidade representa o percentual de água contida na amostra do produto. Um baixo valor de umidade significa que o método de secagem foi eficiente e que as farinhas elaboradas apresentam baixo risco de degradação microbiológica, enzimática e oxidativa (19).

Para o teor residual mineral fixo (cinzas), o valor encontrado neste estudo está de acordo com o resultado observado por Miri (19) que foi de 4,92%. Valores bem inferiores foram obtidos por Barros et al (21) e Santos et al (17) para o teor de cinzas também em farinha da casca de abacaxi Pérola, com os resultados de 2,10% e 2,15%, respectivamente.

O teor de cinzas representa o percentual de matéria mineral presente no produto (20). Os valores de cinzas encontrados nesse estudo são superiores quando comparado ao determinado para a farinha de trigo convencional (0,80%) determinado pelo MAPA (20); possivelmente devido à maior presença de minerais em cascas de frutas (22).

Ambas as amostras apresentaram baixo teor de lipídios, possivelmente pelo fato de o abacaxi ser uma fruta com baixo teor de gordura. O resultado observado está de acordo com o encontrado por Erkel et al (4) que obteve o valor de 1,25% em seu estudo sobre a farinha de casca do abacaxi. Valores inferiores aos encontrados nesse estudo foram observados por Santos et al (17) e Miri (19) também para a farinha elaborada a partir da casca do abacaxi, com resultados de 0,72% e 0,59%, respectivamente. Os valores encontrados estão de acordo com a legislação que estabelece um valor de 1,4g de lipídios para a farinha de trigo (23).

O teor de proteína encontrado está de acordo como os valores obtidos por Miri (19) que observou o resultado de 4,16% para a farinha de abacaxi. Porém, quando comparado com Lima (10) e Oliveira (12), apresentou resultados inferiores, os quais obtiveram teores de proteínas iguais a 5,07% e 5,50%, provenientes de farinhas elaboradas a partir de resíduos agroindustriais e pela casaca liofilizada do abacaxi, respectivamente.

A amostra analisada apresentou elevado teor de carboidratos. O resultado se aproxima do valor encontrado por Santos et al (17) também para a farinha de abacaxi (85,90%). Valores de carboidratos inferiores aos encontrados nesse estudo foram observados por Erkel et al (4) e Miri (19), que obtiveram os resultados iguais a 77,94% e 78,53%, respectivamente. Esta discrepância de valores pode ser devido as características específicas de cada fruto, uma vez que os efeitos sazonais interferem diretamente ao quantitativo de nutrientes que a variedade apresenta, uma vez que o solo de uma determinada região pode ser rico ou pobre em nutrientes.

O valor calórico encontrado foi de 354,29 kcal.100g<sup>-1</sup> para a farinha obtida a partir das cascas do abacaxi Pérola. Valores próximos aos desse estudo foram encontrados por Lima (10) e Miri (19), que obtiveram os resultados de 387,51 kcal.100g<sup>-1</sup> e 336,08 kcal.100g<sup>-1</sup>, também para estudos com subprodutos do abacaxi, respectivamente.

Resíduos de frutos apresentam variação em termos de composição dependendo de fatores de solo, clima favorável e época de amadurecimento do fruto (21). Essas variações podem ser responsáveis pelas diferenças encontradas para as quantidades de constituintes da farinha analisada nesse estudo, assim como para os resultados obtidos pelos demais autores aqui citados.

### Testes de prateleira

A Tabela 2, ilustra os resultados obtidos nos testes de prateleira de pH e acidez titulável respectivamente, para a farinha produzida por um período de 180 dias (6 meses), analisados quinzenalmente.

Tabela 2. Teste de prateleira da farinha elaborada a partir das análises físico-químicas de pH e valores (média ± desvio) da análise da acidez titulável

Amostra	Tempo de armazenamento (dias)	pH	Acidez Titulável
---------	-------------------------------	----	------------------

	0	4,34	2,97 ± 0,01
	15	4,38	2,61 ± 0,03
	30	4,42	2,71 ± 0,02
	45	4,49	2,67 ± 0,19
	60	4,45	2,70 ± 0,02
	75	4,42	2,57 ± 0,06
FCA	90	4,36	2,60 ± 0,06
	105	4,36	2,61 ± 0,21
	120	4,34	2,68 ± 0,00
	135	4,33	2,74 ± 0,04
	150	4,34	2,62 ± 0,05
	165	4,35	2,68 ± 0,00
	180	4,38	2,64 ± 0,02

Fonte: Autoria própria

Na tabela 2 estão representados os valores obtidos nos testes de prateleira da farinha elaborada, onde foram usados os parâmetros de pH e acidez total titulável para esta avaliação. Observou-se que os valores de pH nesse intervalo de tempo, aproximaram-se dos resultados observados por Moreno (11), também para a farinha de abacaxi, que foi de 4,26. Resultados inferiores para pH foram obtidos por Santos et al (17) e Carneiro (24), com os valores de 3,66 e 3,86, respectivamente. No entanto, todos os valores de pH ficaram abaixo de 4,5, valor que delimita o desenvolvimento de microrganismos (25). A acidez também é um importante parâmetro na determinação do estado de conservação de um alimento (26) e que se mostrou baixo, dentro da faixa considerada ácida, implicando que o processo de secagem das cascas foi realizado com o devido esmero.

Desta maneira, como estes valores (pH e acidez titulável) encontram-se em faixas seguras para ambas as farinhas, caso ocorresse o uso destas no período estudado para manipulação de produtos alimentícios, seria totalmente viável, haja vista, que não haveria riscos para degradação microbiana, podendo ser manuseado sem preocupação.

## CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos por esta pesquisa, pode-se concluir que a farinha elaborada apresentou excelente desempenho nutricional, o que possibilita seu uso em novas formulações alimentícias, principalmente em produtos de panificação.

Para os testes de prateleira realizado (pH e acidez titulável) na farinha, os valores obtidos apresentaram desempenho satisfatório, mantendo-se na faixa ácida (pH < 4,5) que é um valor que delimita o desenvolvimento de microrganismos, considerada como de difícil proliferação microbiana, para o período de 180 dias de armazenamento, demonstrando que tanto os processos das condições higiênico-sanitárias das cascas quanto de secagem foram executados com eficiência, contribuindo para que não houvesse nenhum risco, com relação a atividade microbiológica.

Pode-se destacar com esta pesquisa que o aproveitamento das cascas do abacaxi Pérola cultivado no município de São Domingos do Maranhão para a elaboração de farinha, mostrou-se como uma promissora alternativa alimentícia, de baixo custo para o ramo do agronegócio familiar e até mesmo industrial, podendo ser inserida na alimentação de crianças, jovens e adultos através de bolos, pães e biscoitos.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMA, pela bolsa concedida para a realização desta pesquisa; À UFMA, aos laboratórios de Ensino e Pesquisa de Engenharia Química (LEPEQ) e de Controle de Qualidade de Alimentos e Águas – PCQA – CCET/UFMA.

## REFERÊNCIAS









1. Leonel, S.; Leonel, M.; Smpaio, A. C. Processamento de Frutas de Abacaxizeiro cv Smoth Cayenne: Perfil de Açúcares e Ácidos dos Sucos e Composição Nutricional de Farinha de Cascas. Rev. Bras.[internet] Frutic., Jaboticabal-SP. v 36, n 2, p. 433-439, Junho, 2014. [acesso em: 15 de jun. de 2023]. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945/13>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/kgjx4NcnBYrKjWzqYKb8LNP/?lang=pt>.
2. Unb – Universidade De Brasília. História do abacaxi [ Internet]. 2016. [acesso em 05 de Ago de 2023]. Disponível em: <http://web.unb.br/2016-07-22-12-22-22>.
3. Oliveira, A. A. N. Avaliação da oxidação lipídica em hambúrguer de carne bovina adicionado de farinha da casca do abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) como antioxidante natural. 2018. 66p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.
4. Erkel, A. et al. Utilização da farinha de casca de abacaxi em cookies: Caracterização físico-química e aceitabilidade sensorial entre crianças. Rev. Uniabeu Belford Roxo, v. 8, n. 19, p. 272 – 288, 2015.
5. Embrapa. Abacaxi. [Internet].[ acesso em: 08 de ago. de 2023]. Disponível em <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/abacaxi>
6. Conab. Companhia Nacional de Abastecimento [Internet] v. 24, Brasília, 2020. [acesso em 01 de Ago de 2023]. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>.
7. Embrapa. Seleção clonal de plantas superiores de abacaxi do município de Turiaçu – MA [Internet]. 2021 [acesso em: 25 de Ago de 2023]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/207001/selecao-clonal-de-plantas-superiores-de-abacaxi-do-municipio-de-turiaçu---ma> .
8. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. Produção de Abacaxi No Brasil [Internet]. 2023 [ acesso em 6 de Jan de 2024]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacaxi/ma>.
9. Silva, I.C.C. Preparo e caracterização de vinagre artesanal da casca de abacaxi “Turiaçu” proveniente do município de Turiaçu - MA. Monografia (Graduação) – Curso de Química. Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2018.



10. Lima, A. B. M.. Obtenção de farinha de abacaxi a partir de secagens dos resíduos agroindustriais da fruta para aplicação em formulações de cookies.[Internet]. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, TCC (graduação em Engenharia Química), Natal, 2019, 56 p. [acesso em 20 de jul. de 2023]. Disponível em: <https://repositório.ufrn.br/handle/123456789/38725>.
11. Moreno, J. de S. Obtenção, caracterização e aplicação de farinha de resíduos de frutas em cookies. 2016. 82 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) -Programa de pós-graduação em engenharia e ciência de alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.
12. Oliveira, A. da S. Elaboração de farinha de polpa, casca e cilindro central de abacaxi cv. Pérola para produção de bolo. Doutorado, 186 f. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande - UFCG – PB, 2016.
13. Hanani, Z. A. N.; Husna, A. B. A.; Syahida, N.; Khaizura, M. A. B.; Jamilah, B. Efeito de diferentes cascas de frutas sobre as propriedades funcionais de filmes de bicamada de gelatina / polietileno para embalagem ativa. *Food Pack aging and Shelf Life*, v. 18, n. 3, p. 201-211, 2018.
14. Araújo, P.C. Desenvolvimento de Biscoitos tipo Cookie a partir da substituição percentual de farinha. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, 2019.
15. Baue E. T.; Ziani, J. S.; Kroth, L. T. Elaboração e caracterização de biscoitos topo cookie com adição de farinha de casca de abacaxi. Trabalho de conclusão de curso (curso técnico em Agroindústria) - Instituto Federal de Santa Catarina – Campus São Miguel do Oeste, 2018.
16. Junior, W. J. dos R. Utilização de farinha da casca do abacaxi (*Ananas comosus (L.) Merr.*) para desenvolvimento de hambúrguer bovino com teor reduzido de gordura. 2017. 67p Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.
17. Santos, NC.; Barros, S.L; Melo, M. O. P.; Almeida, R.L.J.; Gomes, J.P. Elaboração e caracterização físico-química de farinha proveniente dos resíduos de abacaxi e de pedúnculo de caju. IV Congresso Internacional das Ciências Agrárias – COINTER – PDVAgro 2019.
18. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos.[Internet]. 4º ed. São Paulo, SP: IAL, 2008. [Acesso em 10 de jan. de 2023]. Disponível em [http://www.crq4.org.br/downloads/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/analisedealimentosial_2008.pdf).
19. Miri, J. da C. Desenvolvimento de mistura para bolo com adição de farinha da casca do abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*) e farinha de banana verde (*Musa spp*). Dissertação de Mestrado (Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020, 151p.

20. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Instrução Normativa N° 8, de 2005. Aprova regulamento técnico da identidade e qualidade da farinha de trigo. [Internet]. [acesso em 15 de ago. de 2023] Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br>.
21. Barros, L. da S.; Ribeiro, N. L. de A.; Ferreira, W. C. de O.; Nobre, M L. de M.; Alves, T. L.; Lima, A. C. da S.; Figueiredo, R. W. de; Pinho, L X. Utilização de farinha de resíduo de abacaxi aromatizada na produção de cookies.[Internet]. Braz. J. of Develop. Curitiba, v.5, n.10, p. 21926-21937, out. 2019. [Acesso em 10 de jul. de 2023].DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n10-329>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/4150>.
22. Uema. Pesquisadores da UEMA criam protocolo para multiplicação de mudas do abacaxi de Turiaçu em laboratório, 2023.[Internet]. [acesso em 25 de ago. de 2023].Disponível em:<https://www.uema.br/2023/02/pesquisadores-da-uema-criam-protocolo-para-multiplificacao-de-mudas-do-abacaxi-de-turiacu-em-laboratorio/>.
23. Taco – Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação – NEPA, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2011.
24. Carneiro, W. dos S. F. da R. Aproveitamento da farinha de casca de abacaxi *ananas comosus* (L). merril para a elaboração de sorvete funcional probiótico. Dissertação de Mestrado (Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020, 85p.
25. Food Ingredients Brasil. A acidez nos alimentos.[Internet] [acesso em: 22 de ago. de 2023]. Disponível em: <https://revista-fi.com/artigos/todos/a-acidez-nos-alimentos>.
26. Aquino, ACMS; Moés, RS; Leão, KMM; Figueiredo, AVD; Castro, AA. Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. Ver. Inst. Adolfo Lutz. São Paulo, 2010; 69 (3): 379-86.

## IDENTIFICAÇÃO DOS HÁBITOS ALIMENTARES EM DISCENTES DO ENSINO FUNDAMENTAL II DE UMA ESCOLA MUNICIPAL DO MUNICÍPIO DE CABROBÓ - PE

Maria Emanuely do Carmo Silva\*<sup>1</sup>  ; Nyanne Gabriele Batista Leite<sup>1</sup>  ;  
Raimundo Ferreira da Silva Neto<sup>1</sup>  ; Vanessa Barbosa dos Santos<sup>1</sup>  ; Luciana  
Façanha Marques<sup>2</sup>  ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup>  ; Janaine Juliana Vieira  
de Almeida Mendes<sup>2</sup>  José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\**Maria Emanuely do Carmo Silva* – [maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>*Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.* [<nyanne.gabriele@aluno.ifsertao-pe.edu.br>](mailto:nyanne.gabriele@aluno.ifsertao-pe.edu.br), [<raimundo.ferreira@aluno.ifsertao-pe.edu.br>](mailto:raimundo.ferreira@aluno.ifsertao-pe.edu.br), [<vanessa.barbosa1@aluno.ifsertao-pe.edu.br>](mailto:vanessa.barbosa1@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>2</sup>*Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.* [<luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br>](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br), [<camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br), [<janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br>](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br),

<sup>3</sup>*Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil* [<jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br).

**Resumo:** A adolescência é uma fase repleta de transformações, dentre elas estão as mudanças no comportamento alimentar relacionadas a fatores como cultura, religião e ambiente escolar. Estudos apontam que jovens escolares podem estar mais vulneráveis para modular sentimentos e comportamentos a respeito do próprio corpo durante essa fase. O objetivo deste trabalho foi identificar os hábitos alimentares dos discentes do ensino fundamental II de uma escola do município de Cabrobó – PE. Foi realizado estudo descritivo com a utilização de Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA), previamente validado. Os alimentos mencionados no QUADA foram agrupados de acordo com as recomendações do Guia Alimentar para a população brasileira, com adaptações, em oito grupos. Os alunos do ensino fundamental II da escola em estudo, encontram-se na faixa de massa corporal adequada condizente com os padrões pré-determinados. Sobre a prática de atividade física, 40% dos indivíduos afirmaram que “sim, às vezes” e 25% responderam que não praticam atividade física. Em referência aos alimentos que consumiam no café da manhã no dia anterior, “pão” e “café” foram os mais mencionados. Para o almoço foi constatado que os alunos consomem “arroz” e “feijão”, sendo a fonte de proteína mais mencionada a “carne de frango”. No que diz respeito à janta, as respostas foram semelhantes às do almoço, sendo acrescentadas de cuscuz, como quarto alimento mais citado. O público em estudo apresenta hábitos alimentares regulares constituídos por alimentos comuns nas principais refeições do dia, como pão, café, feijão, arroz e cuscuz.

**Palavras-chave:** QUADA; IMC; adolescentes

## INTRODUÇÃO

A adolescência é uma fase de muitas mudanças que podem interferir nos costumes e culturas, que podem agregar nas suas experiências e conhecimentos do indivíduo. Hábitos e aprendizagens desse período repercutem sobre o comportamento em muitos aspectos da vida futura, como a alimentação, autoimagem, saúde individual, valores, preferências e desenvolvimento psicossocial (1).

Quando há a adoção de alimentação inadequada nesta fase inicial da vida, pode ocorrer prejuízos na saúde na vida adulta. Geralmente, acontece especialmente entre os jovens pertencentes às classes econômicas mais favorecidas, devido possuírem maior poder aquisitivo e maior acesso aos alimentos e à informação (2;3), e normalmente mantêm alimentação rica em gorduras, açúcares e sódio, e baixo consumo de frutas e hortaliças (4). Observa-se, ainda, consumo mais frequente de alimentos como o arroz e o feijão entre adolescentes de famílias de baixa renda (5;6).

Para o entendimento do estado nutricional de determinado indivíduo, é importante que haja o conhecimento a respeito das suas práticas alimentares, ou seja, dos seus hábitos e comportamentos alimentares (7). O comportamento alimentar está ligado à nossa conduta com os alimentos, ou seja, pode estabelecer uma ligação com fatores como cultura, religião, etc, bem como outros motivos relacionados aos aspectos humanos, como a individualidade e a coletividade, que abrangem a prática alimentar (8).

A oferta da alimentação saudável e adequada com inserção da Educação Alimentar e Nutricional (EAN) no processo de ensino e aprendizagem no âmbito educacional público, incluindo ainda a realização do diagnóstico e acompanhamento do estado nutricional dos escolares, integra as ações do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (9) , o que indica resultados favoráveis na formação sobre práticas alimentares saudáveis com vistas à modificação do consumo alimentar e a redução do excesso de peso (10).

A escola representa um ambiente propício para o desenvolvimento destas ações, como cenário coparticipante da formulação de políticas públicas e tende a possibilitar a socialização e continuidade das informações sobre a tão necessária mudança de comportamento nesse contexto (11;12).

Alguns fatores são importantes nas transformações do comportamento alimentar, como modificações emocionais e relacionadas ao ambiente em que estejam os indivíduos. A fome está relacionada aos aspectos emocionais, comportamentais, cognitivos e fisiológicos. Momentos de estresse podem desencadear a elevação da sensação de fome, que normalmente gera um desejo com especificidade no tipo de alimento.

Alguns registros apontam que jovens escolares podem estar mais vulneráveis para modular sentimentos e comportamentos a respeito do próprio corpo durante essa fase (3; 4; 5). Esse fato tem sido atribuído a possível influência negativa de pais e amigos, que costumam pressionar adolescentes a perder peso e investir em sua aparência física, podendo predispor esses jovens ao desenvolvimento de hábitos alimentares inadequados (5; 6).

A ingestão de alimentos inadequados de forma frequente, pode resultar em desenvolvimento de diversas doenças, como as cardiovasculares, câncer, diabetes, dentre outras. A pandemia e o isolamento social, pode ter contribuído para alterações no consumo de alguns alimentos, o que pode resultar em consequências negativas na saúde dos brasileiros para anos futuros.

Conhecer os fatores associados aos comportamentos alimentares inadequados em adolescentes escolares torna-se uma investigação de importância central aos profissionais da área da saúde, em especial, ao professor de Educação Física. Esse profissional poderia ficar atento às atitudes de seus alunos em escolas, academias e clubes e propor estratégias de intervenção mediante a observação de alguma atitude de risco ao comportamento alimentar inadequado.

Diante do contexto, é de grande importância fazer o diagnóstico das condições nutricionais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi identificar os hábitos alimentares dos discentes do ensino fundamental II de uma escola pertencente ao município de Cabrobó – PE.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O projeto foi conduzido em uma escola pertencente ao município de Cabrobó – PE, sendo realizado estudo descritivo com a utilização de Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA), disponível na Figura 1, aplicado como um estudo dirigido, sem que os alunos se identificassem. O número de participantes foi de 125 alunos.

Os alimentos presentes no QUADA foram agrupados conforme recomendado no Guia Alimentar para a população brasileira, com adaptações, em oito grupos, aos quais compreenderam de:

- iogurtes/leite e derivados/leite com achocolatado;
- batata frita/ sanduíche/pizza/salgado;
- refrigerantes/ doces e guloseimas/suco artificial;
- feijão; • Arroz/ pão/macarrão/ bolacha salgada (cereais);
- ovos/carnes bovina e de frango;
- peixe e frutos do mar;
- verduras/hortaliças e frutas.

Além dos itens essenciais, foram coletadas variáveis antropométricas coletadas foram peso e altura, a partir destes dados foram calculados o Índice de Massa Corporal (IMC). Foi realizada palestra, na própria escola, com a participação dos membros do projeto apresentando os efeitos de uma má alimentação e mostrando a importância de melhorar os hábitos alimentares, com o intuito de promover educação nutricional, e manter uma alimentação saudável em qualquer idade.

Antes da aplicação do questionário foi disponibilizado um termo de consentimento aos participantes da pesquisa.



Questionário Alimentar do Dia Anterior - Projeto de extensão IFSSERTÁOPE - Campus Salgueiro

Olá!  
LEIA COM ATENÇÃO!!

Este formulário se trata de um Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA) que servirá de base para nosso estudo de avaliação nutricional, ao qual fará parte do projeto de extensão aprovado em Edital Nº 92/2022 Programas e Núcleos de Extensão - Fase 1, intitulado: "Educação nutricional e identificação dos hábitos alimentares dos discentes do ensino fundamental II da Escola Evandro Ferreira dos Santos, Cabrobó - PE".

Fazem parte deste projeto: Janaine J. V. Almeida Mendes (Coordenadora do projeto); Nayanne Gabriéle Batista Leite (bolista); Maria Emanuelly Do Carmo Silva (bolista); e Kelly Rayanne Gondim Silva (Nutricionista).

**ORIGEM DA COLABORAÇÃO**  
Obrigatória

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**  
1. Você está sendo convidado (a) para ser participante do Projeto de pesquisa intitulado "Educação nutricional e identificação dos hábitos alimentares dos discentes do ensino fundamental II da Escola Evandro Ferreira dos Santos, Cabrobó - PE", de responsabilidade da pesquisadora Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes.

Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte sobre qualquer dúvida que você tiver.

**Caso se sinta esclarecido (a) sobre as informações que estão neste Termo, e aceite fazer parte do estudo, peça que assine a opção de concordância em participar da pesquisa ao final dessa seção.**

**Saiba que você tem total direito de não querer participar.**

- O trabalho tem por promover educação nutricional e identificar os hábitos alimentares dos discentes do ensino fundamental II da Escola Evandro Ferreira dos Santos, Cabrobó - PE
- A participação nesta pesquisa consistirá na realização de coleta de dados alimentares do participante.
- Durante a execução da pesquisa poderão ocorrer riscos de constrangimento, no entanto, este fator será minimizado pela anonimidade, já que o participante não será identificado e os dados serão utilizados apenas para fins de pesquisa.
- Os benefícios com a participação nesta pesquisa serão identificar os hábitos alimentares, sem identificação do participante.
- Os participantes não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa e poderão retirar sua concordância na continuidade da pesquisa a qualquer momento.
- Não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação.
- Caso ocorra algum dano com provável decorrente da participação no estudo, os voluntários poderão pleitear indenização, segundo as determinações do Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.
- Os **NOMES DOS PARTICIPANTES** serão mantidos em **SIGILO**, assegurando assim a sua privacidade, e se desejarem, terão livre

acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que queiram saber antes, durante e depois da sua participação.

9. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente, para fins desta pesquisa, e os resultados poderão ser publicados.

Qualquer dúvida, pedimos a gentileza de entrar em contato com **Janaine J. V. Almeida Mendes**, pesquisadora responsável pela pesquisa, **WhatsApp: (83) 9 9305-5652, e-mail: janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br**.

Declaro ter sido informado e concordo em participar do Projeto de pesquisa acima descrito.

**INSTRUÇÕES PARA RESPONDER O QUESTIONÁRIO:**

Nas questões 7, 8, 9, 10 e 11 você pode marcar mais de uma opção.

2. Qual o seu gênero?

- Masculino  
 Feminino  
 Prefiro não identificar  
 Outro

3. Qual a sua idade?

4. Qual seu peso atual?

5. Qual a sua altura?

6. Você pratica alguma atividade física?

- Não  
 Sim, regularmente  
 Sim, às vezes

7. O que você comeu no café da manhã?

- Fruta  
 Suco  
 Refrigerante  
 Salgados (coxinha, pastel, etc)  
 Tapioca  
 Ovos  
 Salgadinhos  
 Pipoca de milho  
 Salada de frutas

Questionário Alimentar do Dia Anterior - Projeto de extensão IFSSERTÁOPE - Campus Salgueiro

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <input type="checkbox"/> Biscoito ou bolacha             | <input type="checkbox"/> Salada                          | <input type="checkbox"/> Chocolate                              |
| <input type="checkbox"/> Biscoitos recheados             | <input type="checkbox"/> Arroz                           | <input type="checkbox"/> Queijo                                 |
| <input type="checkbox"/> Bolo                            | <input type="checkbox"/> Macarrão                        | <input type="checkbox"/> Margarina                              |
| <input type="checkbox"/> Café com leite                  | <input type="checkbox"/> Batata doce                     | <input type="checkbox"/> Pão                                    |
| <input type="checkbox"/> Café                            | <input type="checkbox"/> Batata frita                    | <input type="checkbox"/> Pão integral                           |
| <input type="checkbox"/> Açoalotado                      | <input type="checkbox"/> Carne de boi                    | 11. O que você comeu na janta?                                  |
| <input type="checkbox"/> Leite                           | <input type="checkbox"/> Carne de Frango                 | <input type="checkbox"/> Feijão                                 |
| <input type="checkbox"/> Chocolate                       | <input type="checkbox"/> Carne de Porco                  | <input type="checkbox"/> Salada                                 |
| <input type="checkbox"/> Queijo                          | <input type="checkbox"/> Carne de bode ou carneiro       | <input type="checkbox"/> Arroz                                  |
| <input type="checkbox"/> Margarina                       | <input type="checkbox"/> Peixe                           | <input type="checkbox"/> Macarrão                               |
| <input type="checkbox"/> Pão                             | <input type="checkbox"/> Farinha de mandioca             | <input type="checkbox"/> Batata doce                            |
| <input type="checkbox"/> Pão integral                    | <input type="checkbox"/> Cuscuz                          | <input type="checkbox"/> Batata frita                           |
| 8. O que você comeu no lanche da manhã?                  | <input type="checkbox"/> Macaxeira                       | <input type="checkbox"/> Carne de boi                           |
| <input type="checkbox"/> Fruta                           | <input type="checkbox"/> Suco                            | <input type="checkbox"/> Carne de Frango                        |
| <input type="checkbox"/> suco                            | <input type="checkbox"/> Refrigerante                    | <input type="checkbox"/> Carne de Porco                         |
| <input type="checkbox"/> Refrigerante                    | <input type="checkbox"/> Legumes cozidos                 | <input type="checkbox"/> Carne de bode ou carneiro              |
| <input type="checkbox"/> Salgados (coxinha, pastel, etc) | <input type="checkbox"/> Ovos                            | <input type="checkbox"/> Peixe                                  |
| <input type="checkbox"/> Tapioca                         | <input type="checkbox"/> Empanado                        | <input type="checkbox"/> Farinha de mandioca                    |
| <input type="checkbox"/> Ovos                            | <input type="checkbox"/> Linguíça                        | <input type="checkbox"/> Cuscuz                                 |
| <input type="checkbox"/> Salgadinhos                     | <input type="checkbox"/> Salsicha                        | <input type="checkbox"/> Macaxeira                              |
| <input type="checkbox"/> Pipoca de milho                 | 10. O que você comeu no lanche da tarde?                 | <input type="checkbox"/> Suco                                   |
| <input type="checkbox"/> Salada de frutas                | <input type="checkbox"/> Fruta                           | <input type="checkbox"/> Refrigerante                           |
| <input type="checkbox"/> Biscoito ou bolacha             | <input type="checkbox"/> suco                            | <input type="checkbox"/> Legumes cozidos                        |
| <input type="checkbox"/> Biscoitos recheados             | <input type="checkbox"/> Refrigerante                    | <input type="checkbox"/> Salgados (coxinha, pastel, pizza, etc) |
| <input type="checkbox"/> Bolo                            | <input type="checkbox"/> Salgados (coxinha, pastel, etc) | <input type="checkbox"/> Ovos                                   |
| <input type="checkbox"/> Café com leite                  | <input type="checkbox"/> Tapioca                         | <input type="checkbox"/> Empanado                               |
| <input type="checkbox"/> Café                            | <input type="checkbox"/> Ovos                            | <input type="checkbox"/> Linguíça                               |
| <input type="checkbox"/> Açoalotado                      | <input type="checkbox"/> Salgadinhos                     | <input type="checkbox"/> Salsicha                               |
| <input type="checkbox"/> Leite                           | <input type="checkbox"/> Pipoca de milho                 | <input type="checkbox"/> Mortadela                              |
| <input type="checkbox"/> Chocolate                       | <input type="checkbox"/> Salada de frutas                |   |
| <input type="checkbox"/> Queijo                          | <input type="checkbox"/> Biscoito ou bolacha             |   |
| <input type="checkbox"/> Margarina                       | <input type="checkbox"/> Biscoitos recheados             |   |
| <input type="checkbox"/> Pão                             | <input type="checkbox"/> Bolo                            |   |
| <input type="checkbox"/> Pão integral                    | <input type="checkbox"/> Café com leite                  |   |
| 9. O que você comeu no almoço?                           | <input type="checkbox"/> Café                            |   |
| <input type="checkbox"/> Feijão                          | <input type="checkbox"/> Açoalotado                      |   |
|  | <input type="checkbox"/> Leite                           |   |

Ativar o Windc

(A)

(B)

Figura 1 – Questionário enviado aos pais dos discente sobre informações pessoais e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para a participação do Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA) aplicado aos pais e alunos (A) Continuação do Questionário Alimentar do Dia Anterior (B)



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no peso e altura declarados pelos alunos, foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC), sendo observado valor médio de 20,2 Kg/m<sup>2</sup>. De acordo com o Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN (13), o IMC para adolescentes na faixa etária de 11 a 16 anos, é de 13,9 a 24,1 kg/m<sup>2</sup> (14; 15). Sendo assim, os alunos do ensino fundamental II da escola em estudo, encontram-se na faixa de massa corporal adequada condizente com os padrões pré-determinados.

O público de adolescentes do sexo masculino predominou na pesquisa, equivalente a 52% (Figura 2-A) dos alunos que responderam o questionário. Com relação à idade, 37% tinham 12 anos (Figura 2-B).

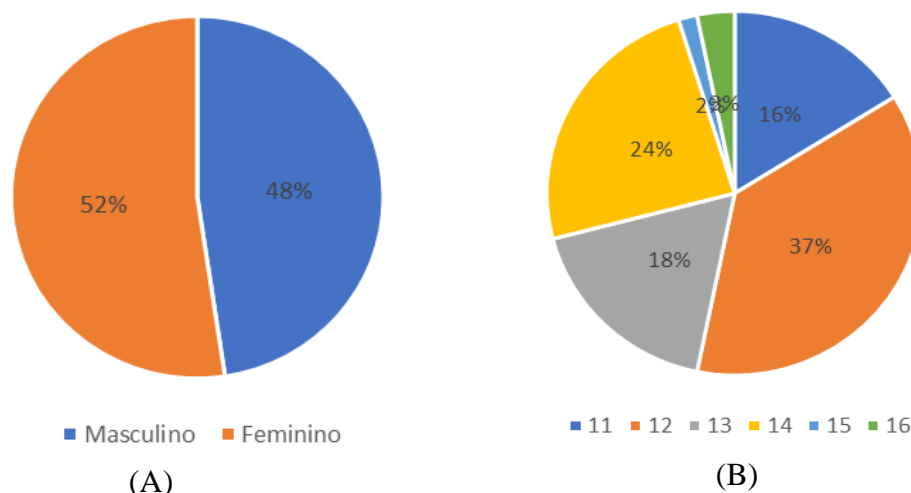


Figura 2 – Apresentação dos dados demográficos dos discentes, categorizados por gênero (A), e faixa etária (B).

Sabe-se que a prática de exercícios físicos é muito importante para manutenção da saúde física e mental também atuando na prevenção de doenças. Quando questionados sobre a prática de atividade física (Figura 3), 40% dos indivíduos afirmaram que “sim, às vezes”, 35% “sim, regularmente” e 25% responderam que não praticam atividade física.

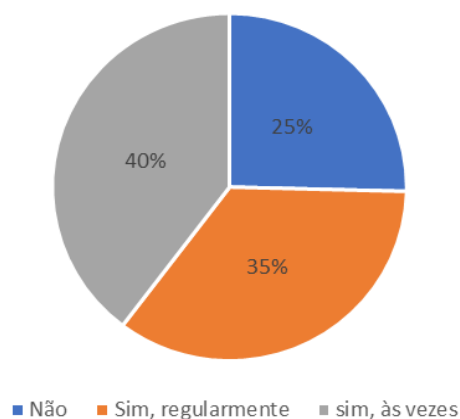


Figura 3 – Apresentação dos dados em relação a prática de atividade física de acordo com o Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA),

Os alimentares consumidos por um grupo populacional podem apresentar uma variação significativa em função de fatores como a região que a população se encontra, classe social, questões culturais, além da disponibilidade de alimentos no local, por exemplo “dieta oriental” (16;17), mesmo apresentando os mesmos fatores pode ocorrer variações nos costumes no consumo de alimentos. Assim, é importante estudar os hábitos alimentares dentro de um mesmo grupo populacional.

Em referência aos alimentos que consumiam no café da manhã no dia anterior, “pão” e “café” foram os mais mencionados (Figura 4A), o que demonstra o aspecto cultural familiar e socioeconômico que está presente na maioria das famílias brasileiras. Com relação ao lanche da manhã, sendo os mais citados: “fruta”, “suco” e “biscoito ou bolacha” (Figura 4B).

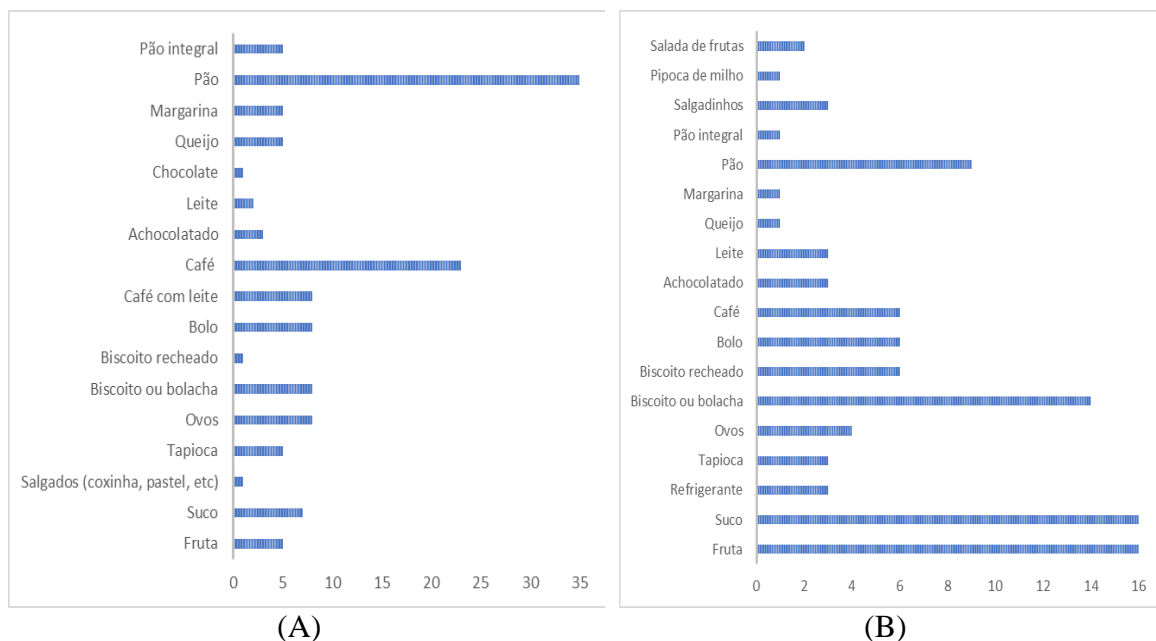


Figura 4 – Apresentação dos dados em forma de gráfico em tabela em relação aos alimentos consumidos no dia anterior no café da manhã (A) no dia anterior no lanche da manhã (B)

Os alimentos de uma refeição básica brasileira coincidem com o padrão "Tradicional" mencionado em outros estudos (18;19;20), assim como os mais citados para o almoço no dia anterior pelos alunos, que foram “arroz” e “feijão”, sendo a fonte de proteína mais mencionada a “carne de frango” (Figura 5).

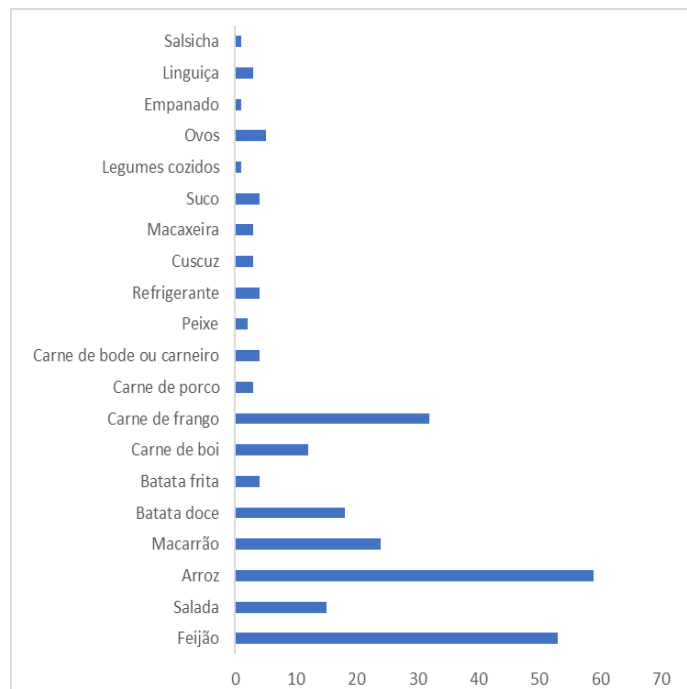


Figura 5 – Apresentação dos dados em forma de gráfico em tabela em relação aos alimentos consumidos no dia anterior no almoço

Os alimentos consumidos pelos alunos no lanche da tarde foram “suco” e “biscoito ou bolacha” (Figura 6-A). No que diz respeito à janta, as respostas foram semelhantes às do almoço (Figura 6-B), sendo acrescentadas de cuscuz, como quarto alimento mais citado.

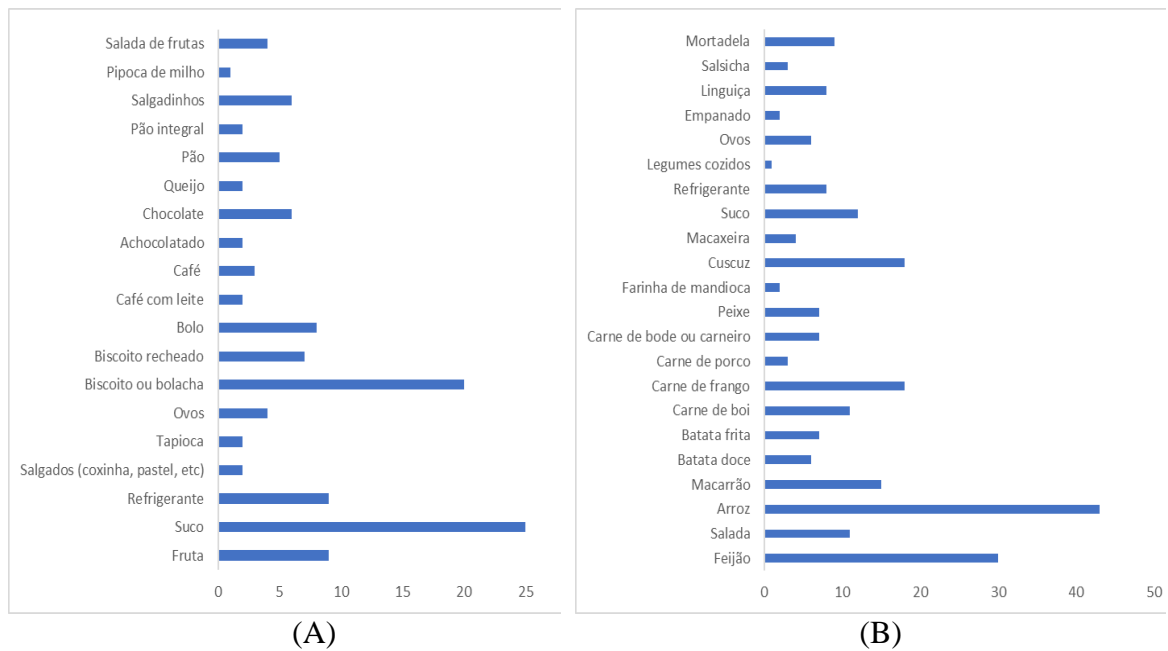


Figura 6 – Apresentação dos dados em forma de gráfico em tabela em relação aos alimentos consumidos no dia anterior no lanche da tarde (A) no dia anterior na janta (B)

## CONCLUSÕES

O presente trabalho revelou padrões alimentares significativos entre os discentes. No café da manhã, os alimentos mais consumidos foram, em ordem, “pão”, “café”, “fruta”, “suco” e “biscoito ou bolacha”. De maneira notória, “pão” e “café” se destacaram como os itens mais predominantes, tanto no café da manhã quanto no lanche da tarde.

Com base nas respostas do questionário, os alimentos mais frequentemente citados no almoço foram “arroz”, “feijão” e “carne de frango”. No lanche da tarde, “suco” e “biscoito ou bolacha” foram os mais escolhidos pelos discentes.

Quanto ao jantar, “arroz” e “feijão” lideraram as escolhas, com um empate notável entre “cuscuz” e “carne de frango”. Esses resultados fornecem uma visão valiosa sobre os hábitos alimentares dos participantes.

Com base nos resultados, conclui-se que os discentes mantêm uma alimentação adequada, o que resultou em impacto significativo no IMC, uma vez que apresentavam um peso ideal em relação à altura, com valor médio de IMC de 20,2 Kg/m<sup>2</sup>. Este estudo apresenta resultados significativos que podem ser comparados e utilizados por outros pesquisadores em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

1. Oliveira MNG, Soares EA. Comparação do perfil dietético de adolescentes femininas e níveis socioeconômicos diferenciados. *Nutr Brasil* 2002; 1(2):68-76.








2. Nunes MMA, Figueiroa JN, Alves JGB. Excesso de peso, atividade física e hábitos alimentares entre adolescentes de diferentes classes econômicas em Campina Grande (PB). *Rev Assoc Med Bras* 2007; 53(2):130-134.
3. Sarlio-Lahteenkorva S, Lahelma E. The association of body mass index with social and economic disadvantage in women and men. *Int J Epidemiol* 1999; 28(3):445-449.
4. Toral N, Conti MA, Slater B. A alimentação saudável na ótica dos adolescentes: percepções e barreiras à sua implementação e características esperadas em materiais educativos. *Cad Saude Publica* 2009; 25(11):2386-2394.
5. Santos JS, Costa COM, Nascimento Sobrinho CL, Silva MCM, Souza KEP, Melo BO. Perfil antropométrico e consumo alimentar de adolescentes de Teixeira de Freitas – Bahia. *Rev Nutr* 2005; 18(5):623- 632.
6. Veiga GV, Sichieri R. Correlation in food intake between parents and adolescents depends on socioeconomic level. *Nutr Res* 2006; 26(10):517-523
7. Boog MCF. Atuação do nutricionista em saúde pública na promoção da alimentação saudável. *Cienc Saúde Col.* 2008; 1(1):32-42.
8. Moraes, RW. Determinantes e construção do comportamento alimentar: uma revisão narrativa da literatura. 2014.
9. Brasil. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Ministério da Educação. Resolução 26, de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE. Brasília, DF: MEC, 2013.
10. Feferbaum R, Leone C, Nogueira RC, Cavalcanti PN, Cardoso EB, Serra MA. Avaliação antropométrica por bioimpedância de um programa de educação nutricional para escolares na faixa etária de 7-14 anos durante o período de 10 meses. *Rev Bras Crescimento Desenvolv Hum.* 2012; 22(3):283-290.
11. Ramos FP, Santos LAS, Reis ABC. Educação alimentar e nutricional em escolares: uma revisão de literatura. *Cad Saúde Pública.* 2013;29(11):2147-61.
12. Santos LAS. O fazer educação alimentar e nutricional: algumas contribuições para reflexão. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2012;17(2): 453-462.
13. Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional. (2004) Norma Técnica da Vigilância Alimentar e Nutricional – SISVAN. Obesidade - Cadernos de Atenção Básica nº12.
14. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Ficha de Cadastro e Acompanhamento Nutricional do SISVAN [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2007 [acesso em 25 out 2023]. Disponível em:

[https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/vigilancia-alimentar-e-nutricional/publicacoes/documentos-sisvan-web/ficha\\_cadastro\\_sisvan.pdf/view](https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/vigilancia-alimentar-e-nutricional/publicacoes/documentos-sisvan-web/ficha_cadastro_sisvan.pdf/view).

15. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: norma técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional - SISVAN. Brasília: Ministério da Saúde; 2011. 71 p. (Série G Estatística e Informação em Saúde).
16. Slattery ML. Defining dietary consumption: is the sum greater than its parts? *Am J Clin Nutr.* 2008;88:14-5.
17. Ambrosini GL, Oddy WH, Robinson M, O'Sullivan TA, Hands BP, de Klerk NH, et al. Adolescent dietary patterns are associated with lifestyle and family psycho-social factors. *Public Health Nutr.* 2009;12:1807-15.
18. Salvatti AG, Escrivão MA, Taddei JA, Bracco MM. Padrões alimentares de adolescentes na cidade de São Paulo. *Rev Nutr.* 2011;24:703-13.
19. Nobre LN, Lamounier JA, Franceschini SC. Padrão alimentar de pré-escolares e fatores associados. *J Pediatr (Rio J).* 2012;88: 129-36.
20. Dishchekian VR, Escrivão MA, Palma D, Ancona-Lopez F, Araújo EA, Taddei JA. Padrões alimentares de adolescentes obesos e diferentes repercussões metabólicas. *Rev Nutr.* 2011;24:17-29.



## CINÉTICA DE SECAGEM DE PALMA EM PÓ POR SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA (*FOAM-MAT*)

Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza \*; Alessandra de Souza Nascimento ; Lucélio Mendes Ferreira ; Wanderson Rodrigo Martins ; Cristiane Ayala de Oliveira ; Bruno Cecilio de Lira ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [beatriz.gabriely@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:beatriz.gabriely@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** A palma forrageira é uma fonte de alimento altamente nutritiva, rica em vitaminas, minerais e fibras, representando uma alternativa promissora para a alimentação humana e animal, em áreas com recursos limitados, oferecendo uma fonte de alimento nutritivo. A secagem em camada de espuma é um destaque entre os métodos de secagem. O objetivo deste projeto foi realizar um estudo da cinética de secagem da palma em pó pelo método de secagem em camada de espuma (*foam-mat*). Para a secagem foi utilizado três temperaturas de 50, 60 e 70 °C e três espessuras de 0,3; 0,5; e 0,7 cm. A desidratação da palma a 0,3 cm de espessura, quando utilizado temperaturas mais elevadas desestabilizou a espuma, os tempos para alcançar a  $X_e$  foi de 120 min. (2 h) para 60 °C e 165 min. (2h e 45 min) para 70 °C. No entanto, a qualidade do pó foi inferior ao obtido a 50 °C. Para a espessura de 0,5 cm foi verificado que os tempos de secagem das temperaturas de 60 e 50 °C foram semelhantes. À espessura de 0,7 cm foi visto que a temperatura de 50 °C obteve maior tempo de secagem em relação às espessuras e temperaturas utilizadas. O processo de secagem *foam-mat* apresentou grandes vantagens na obtenção de palma em pó em temperaturas mais amenas. Quando utilizado em temperaturas altas, ocorreu a desestabilização da espuma. A espessura de 0,7 cm a 50 °C teve maior tempo de secagem demorando 6 horas para alcançar a  $X_e$ .

**Palavras-chave:** cactácea; cinética; desidratação; farinha

### INTRODUÇÃO

As cactáceas são conhecidas por suas adaptações ao ambiente árido, com pouca disponibilidade de água, sua capacidade de reter água em seus tecidos, permite que elas sobrevivam por longos períodos sem chuva (1). A palma forrageira (*Opuntia fícus indica Mill*) é uma fonte de alimento altamente nutritiva, rica em vitaminas, minerais e fibras, representando uma alternativa promissora para a alimentação humana e animal, em áreas com recursos limitados, oferecendo uma fonte de alimento nutritivo. O uso adequado pode contribuir para a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável nessas regiões semiáridas (2).

Os mecanismos de cinética dos alimentos, referem-se aos processos que afetam a qualidade e segurança dos alimentos ao longo do tempo, incluindo as mudanças físicas,

químicas e microbiológicas. Um dos principais mecanismos de cinética dos alimentos é a perda de água, componente essencial nos alimentos, que desempenha diversos papéis, como dissolver e transportar substâncias, manter a textura e aparência dos alimentos, além de ser importante para o crescimento de microrganismos (3).

A perda de água nos alimentos pode ocorrer pela evaporação, quando a água presente na superfície dos alimentos é convertida em vapor de água, devido ao aquecimento ou ao contato com o ar, por dessorção com perda de água do interior do alimento para o ambiente, causada pelas diferenças de pressão e umidade, pela migração de água através da transferência de água de uma região do alimento para outra, muitas vezes devido a diferenças de concentração de solutos (4).

A perda de água nos alimentos pode levar a várias consequências indesejáveis, a perda excessiva de água pode levar à desidratação dos alimentos, levando à perda de textura e qualidade sensorial. Além disso, pode causar o encolhimento dos alimentos e a formação de crostas ou cascas duras e ressecadas, pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejáveis nos alimentos (5).

Portanto, controlar a perda de água é fundamental para garantir a qualidade, segurança e vida útil dos alimentos, isso ajuda a determinar as condições ideais de armazenamento, embalagem e processamento para garantir a qualidade, segurança e vida útil adequada dos alimentos. Além disso, esses mecanismos também são úteis para prever e controlar a perda de água durante processos de secagem e desidratação, que são comuns em diferentes setores da indústria alimentícia (6).

O objetivo deste projeto consistiu em realizar o estudo da cinética de secagem de palma em pó pelo método de secagem em camada de espuma (*foam-mat*).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Aquisição das matérias-primas e preparo para a secagem**

A palma forrageira da variedade sem espinhos foi adquirida de produtores locais. O aditivo emulsificante (Emulstab®) e o estabilizante (Super Liga Neutra) do comércio local. A palma forrageira foi lavada em água corrente para remoção de sujidades, e logo após, colocada em solução clorada a 200 ppm durante 10 minutos. Após isso, foram retirados os pequenos espinhos e a película que a envolve. Em seguida, cortou-se em cubos, foram trituradas em liquidificador industrial até obter consistência de polpa, sendo acondicionadas em embalagens plásticas bem vedadas, identificadas e armazenadas sob congelamento até o momento da secagem.

### **Testes preliminares**

Inicialmente, realizou-se testes preliminares para definir a porcentagem do emulsificante e estabilizante a serem utilizadas. Foram adicionadas as quantidades de 1, 2 e 3% dos aditivos e agitou-se em batedeira planetária para realizar o teste da espuma, retirando uma amostra no intervalo de 15, 20 e 25 minutos. Na Figura 1, pode-se observar a consistência da espuma a 2% de emulsificante e estabilizante.

Esse teste teve como objetivo determinar o tempo na batedeira, o qual foi escolhido a partir da consistência da emulsão, ou seja, uma espuma firme e que não escorra quando for levantada.

Após o teste realizado, a espuma foi colocada para secagem de 70°C, no entanto,

observou-se que a mesma perdia a estabilidade. Com o objetivo de manter a espuma mais estável, foi adicionado quantidades maiores de emulsificante e liga neutra, porém notou-se que quanto mais aumentava a quantidade de emulsificante e estabilizante, o produto final apresentava aspecto elástico indesejável. Devido a isso, o projeto seguiu com o percentual de 2% dos aditivos. Posteriormente, foi constatado que a estabilidade da espuma estava relacionada à temperatura utilizada na secagem. Quando utilizado temperaturas altas, de 70 °C, por exemplo, a espuma perdia a estabilidade em poucos minutos.

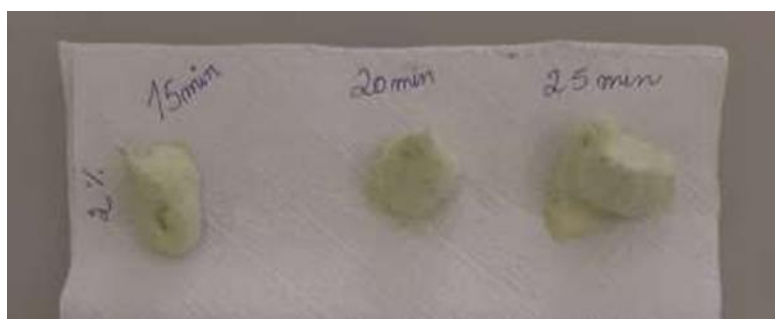


Figura 1 – Teste preliminar: tempo de batedeira

### Obtenção da palma em pó pelo método de secagem em camada de espuma (*foam-mat*)

Após ser definido as quantidades dos aditivos e do tempo na batedeira, o projeto foi encaminhado para a etapa 2, referente ao processo de secagem, realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1, o qual será Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC).

Tabela 1 – Descrição do planejamento experimental <sup>2,3</sup>, totalizando 9 tratamentos, para o processo de secagem

Tratamentos	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Espessura (cm)
1	-1 (50)	-1 (0,3)
2	+1 (70)	-1 (0,3)
3	0 (60)	-1 (0,3)
4	-1 (50)	0 (0,5)
5	+1 (70)	0 (0,5)
6	0 (60)	0 (0,5)
7	-1 (50)	+1 (0,7)
8	+1 (70)	+1 (0,7)
9	0 (60)	+1 (0,7)

Primeiramente, foi realizada a pesagem da polpa da palma, adicionando 2% do emulsificante e estabilizante, bateu-se em batedeira planetária durante 25 minutos, obtendo a característica de espuma e cor verde claro. Após esse tempo, a espuma de palma foi colocada em fôrmas retangulares, ajustando a espessura de acordo com o tratamento. O processo de secagem foi realizado em estufa de circulação de ar em triplicata.

### Cinética de secagem

As razões de umidade (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesado em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 2 horas, de 15 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora, sendo o processo interrompido quando atingido o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas. No cálculo da razão de umidade foi utilizado a equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

RX: razão de umidade do produto (adimensional);

X: umidade do produto; (base seca)

X<sub>i</sub>: umidade inicial do produto, e; (base seca)

X<sub>e</sub>: umidade de equilíbrio do produto (base seca).

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a equação 2 (7):

$$X(b.s) = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

X<sub>bs</sub> – teor de água (b.s.);

m(t) – massa da amostra no tempo t;

m(t)-m<sub>s</sub> – massa de água no produto no tempo t, e

m<sub>s</sub> – massa seca.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial da espuma utilizada no processo de secagem foi de 92,5% b.u., obtendo valores de 0,075 b.s. de umidade de equilíbrio (X<sub>e</sub>) para todos os tratamentos. Com relação ao tempo de desidratação da palma por *foam-mat* a 0,3 cm de espessura (Figura 2), foi observado que a temperaturas mais elevadas os tempos para a obtenção da X<sub>e</sub> foram atingidos em 120 min. (2 h) para 60 °C e 165 min. (2,75 h) para 70 °C. No entanto, a qualidade do pó foi inferior ao obtido na temperatura de 50 °C, apresentando mais estabilidade e da palma em pó, onde a X<sub>e</sub> foi alcançada a 225 min. (3,75 h).

É evidente que o aumento da temperatura resulta em redução no tempo necessário para atingir a umidade de equilíbrio durante o processo de secagem. Além disso, a observação de Amaral (8) confirma que temperaturas mais altas promovem uma taxa de secagem mais rápida.

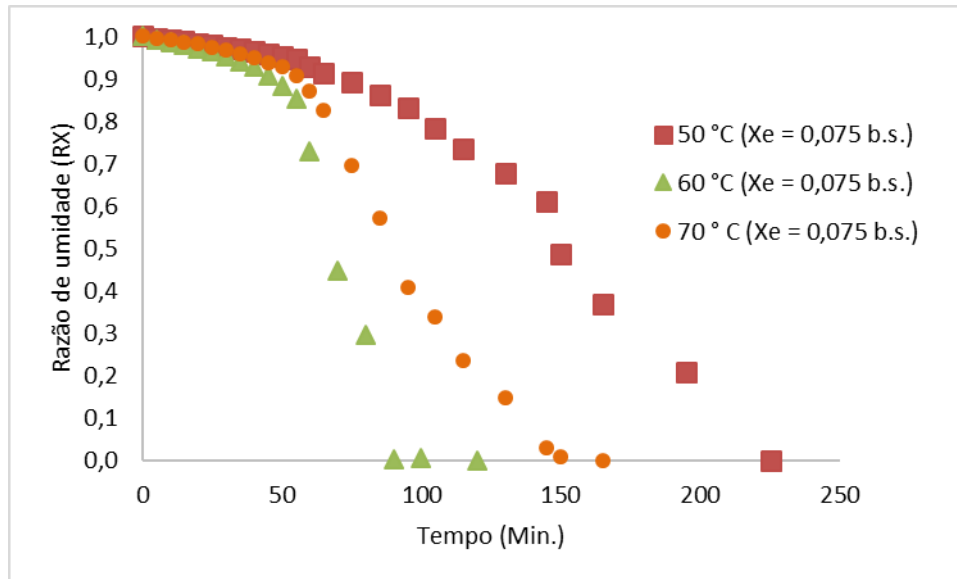


Figura 2 – Cinética de secagem de palma em pó a 0,3 cm em diferentes temperaturas

Para a espessura de 0,5 cm foi verificado que os tempos de secagem das temperaturas de 60 e 50 °C foram semelhantes, atingindo a  $X_e$  com 225 min. (3,75 h) e 255 min. (4 h) com taxa decrescente na redução do teor de água. Foi constatado a mesma  $X_e$  para a espessura de 0,5 cm nas tres temperaturas estudadas.

Os resultados do estudo de Silva et al. (9), realizados com polpa de tamarindo, ressaltam a importância da interação entre a temperatura de secagem e a espessura da camada de espuma na cinética de secagem. Eles observaram que a amostra com espessura de 0,5 cm a 80°C secou mais rapidamente do que amostras com maior espessura ou temperatura. Além disso, ao dobrar a espessura da camada, não foi observada uma resposta linear no aumento do tempo de secagem.

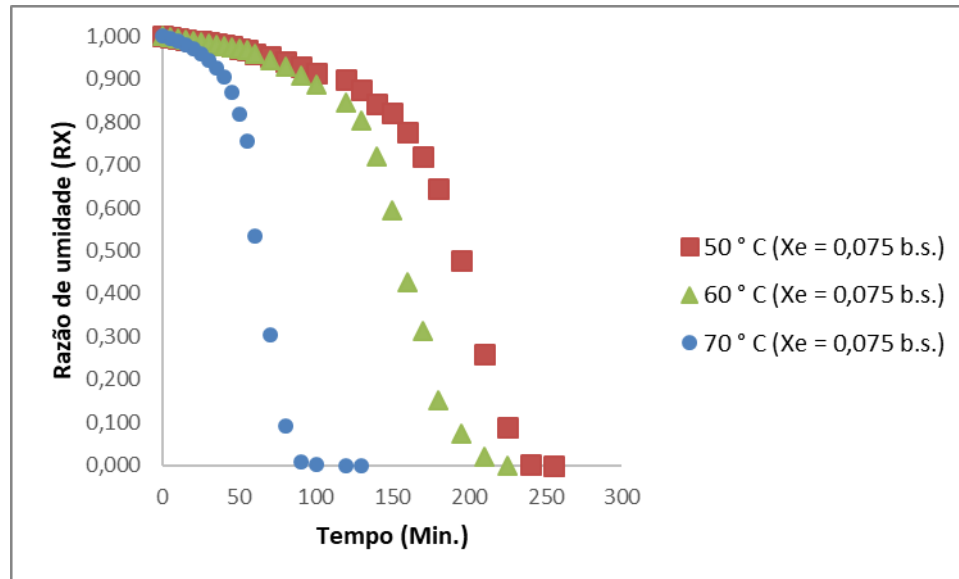


Figura 3 – Cinética de secagem de palma em pó a 0,5 cm em diferentes temperaturas

Silva et al. (10) estudando a aplicação do processo de secagem em camada de espuma em caqui, observaram efeitos positivos quando utilizado a conciliação de parâmetros aplicados ao processo de desidratação por este método. Com relação à espessura de 0,7 cm foi visto que a temperatura de 50 °C obteve maior tempo de secagem em relação às espessuras e temperaturas utilizadas neste estudo, chegando a 360 min. (6 h) para alcançar a Xe. Para 60 e 70 °C, os tempos de obtenção da Xe foram de 150 min. (2,5 h) e 130 min. (2,2 h), respectivamente.



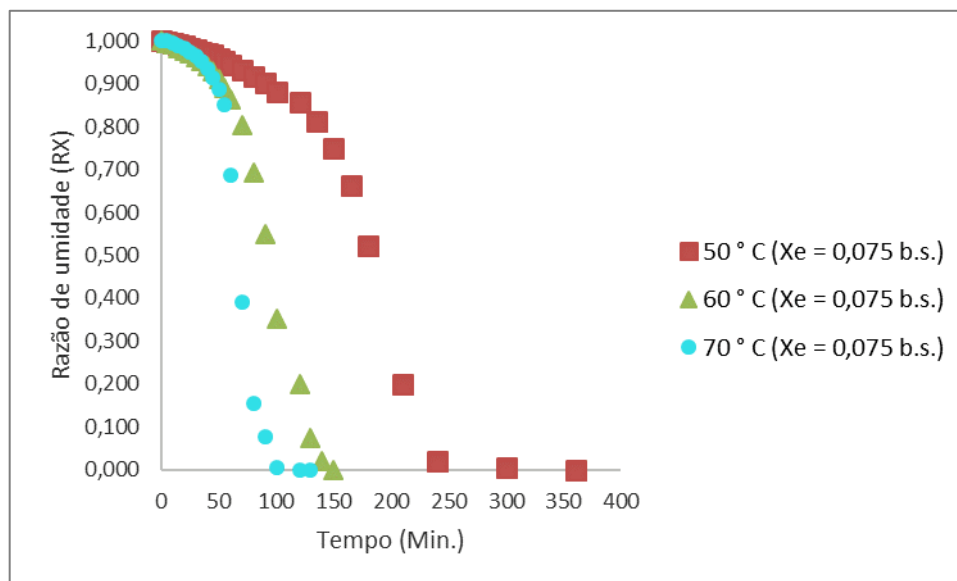


Figura 4 – Cinética de secagem de palma em pó a 0,7 cm em diferentes temperaturas

Os resultados obtidos neste estudo ressaltam a importância da temperatura como um fator primordial na cinética de secagem de alimentos, demonstrando sua influência direta na eficiência do processo e no tempo necessário para alcançar a  $X_e$ . Este conhecimento é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de secagem, destacando a complexidade da influência dos parâmetros de secagem para otimizar o processo e alcançar resultados eficientes.

## CONCLUSÕES

O processo de secagem por camada de espuma (*foam-mat*) apresentou grandes vantagens quando utilizado para a obtenção de palma em pó, em temperaturas mais amenas. Quando utilizado em temperaturas altas, ocorreu a desestabilização da espuma.

Com relação à cinética de secagem, a palma em espuma com espessura de 0,7 cm desidratada a 50 °C teve maior tempo de secagem, demorando 6 horas para alcançar a  $X_e$ .








Todos os tratamentos obtiveram  $X_e$  de 0,075 b.s.

## REFERÊNCIAS

1. Souza DD. Adaptações de plantas da Caatinga São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2020: 96.
2. Soares FMF, Albuquerque ELA, Silva WRT. Avaliação do crescimento vegetativo de palma forrageira no Semiárido Alagoano. *Diversitas J.* 2021; 6:1777–1785.
3. Atkins PW, Jones L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio

- ambiente. 7 ed. São Paulo: Bookman Editora LTDA, 2018: 1094.
4. Casarin F, Mendes CE, Lopes TJ, Moura NF. Planejamento experimental do processo de secagem da amora-preta (*Rubus* sp.) para a produção de farinha enriquecida com compostos bioativos. *Brazilian Journal Of Food Technology*, [S.L.] 2016; 19:1-9.
  5. Klein LR, Bisognin RP, Figueiredo DMS. Estudo do perfil epidemiológico dos surtos de doenças de transmissão hídrica e alimentar no Rio Grande do Sul: uma revisão dos registros no Estado. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia 2017; 13(25):48-64.
  6. Firouz MS, Mohi-Alden K, Omid MA. Critical review on intelligent and active packaging in the food industry: Research and development. *Food Research International* 2021;141.
  7. Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall CW. *Drying and storage of grains and oilseeds*. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.
  8. Amaral APC. *Estudo Da Secagem De Maçãs: Utilização De Pré-Tratamentos*. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos). Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.
  9. Silva AS, Gurjão KC de O, Almeida F de AC, Bruno R de LA, Pereira WE. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 2008; 32(6):1899-1905.
  10. Silva J, Pereira VS, Medeiros MLS, Silva AFV, Martins GMV. *Foam-mat drying kinetic modeling of persimmon (*Diospyros kaki* L.) Pulp*. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 2021; 7(7):74427-74442.

## CINÉTICA DE SECAGEM EM LEITO FIXO DA POLPA E DAS SEMENTES DE FRUTO DE QUIPÁ (*Tacinga inamoena*)

Espedita Pereira Matias \*; Bruno Cecilio de Lira ; Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza ; Alexsandra de Souza Nascimento ; Luciana Façanha Marques ; Cristiane Ayala de Oliveira ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [espedita.pereira@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:espedita.pereira@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

### Resumo:

Apesar do quipá apresentar propriedades valiosas, a escassez de estudos sobre esta fruta e seus subprodutos na literatura destaca a necessidade de investigações aprofundadas. O processamento do quipá pode gerar resíduos aproveitáveis, enfatizando a importância de explorar seu potencial sustentável. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a cinética de secagem em leito fixo da polpa e das sementes de quipá (*Tacinga inamoena*) em diferentes temperaturas, visando contribuir para o aproveitamento integral do fruto e a valorização de recursos subutilizados. O fruto de quipá foi coletado na Zona Rural da cidade de Serrita-PE e o processo de secagem foi realizado em Delineamento Inteiramente casualizado (DIC). Para a polpa de quipá, o maior tempo de secagem foi observado para as temperaturas de 50 °C, com tempo de desidratação de 330 minutos (5,5 horas). As curvas da cinética de secagem das sementes de quipá mostram que a perda de água foi mais lenta na temperatura de 50 °C, com tempo de 315 minutos (5,25 horas). As taxas de secagem se mostraram decrescente, com comportamento semelhante, sendo o maior tempo para atingir a umidade de equilíbrio ( $X_e$ ) foi de 5,5 horas para a polpa de quipá e o menor tempo observado foi de 3,25 para a semente seca de quipá. A temperatura de secagem influenciou na aparência de cor do produto desidratado, sendo coloração mais escura nas sementes de quipá a 50 °C e na polpa de quipá desidratada à temperatura de 70 °C.

**Palavras-chave:** Caatinga; desidratação; alimentos não convencionais.

### INTRODUÇÃO

A secagem é um método que tem como princípio a redução do teor de água da matéria-prima, auxiliando na diminuição do crescimento microbológico, reações químicas e ações enzimáticas, contribuindo para uma melhor conservação dos produtos (7).

A cinética de secagem visa o estudo do comportamento do material a ser seco em larga escala, tais dados podem auxiliar na homogeneização do processo, como também para melhorias de equipamentos utilizados na secagem de alimentos processo (8).

Este estudo é viabilizado pela construção de curvas de secagem e taxa de secagem, as quais podem ser influenciadas pela temperatura, tempo, espessura do material, grau de

maturação e variedade da matéria-prima. Segundo Foust; Wenzel; Clump (6) a uma determinada temperatura, o comportamento da curva de secagem de um sólido úmido mediante um fluxo de ar é sempre o mesmo.

O fruto de quipá (*Tacinga inamoena*) é uma planta da família Cactáceas, também conhecida como Opuntia-inamoena ou Tacinga-inamoena encontrada principalmente no Nordeste, em apenas um bioma brasileiro, a Caatinga (9), apresentando pequenos frutos arredondados, espinhosos, com coloração do amarelo ao laranja fosco e polpa carnosa cor pêssego clara (11). Porém, este fruto não é tão valorizado como o fruto da palma, mesmo apresentando boas características nutricionais, como por exemplo o teor de vitamina C, equivalente a 26,85 mg/100g da polpa do fruto (4).

O fruto de quipá pode ter usos industriais, porque a principal característica de um cacto é a produção de muco, que é composto de polissacarídeos complexos que incha à medida que está presente a água, exibindo uma consistência gelatinosa com propriedades de ligação e espessamento, comumente utilizado na indústria alimentícia para preparar doces e geleias, e Indústria farmacêutica, proporcionando estabilidade a loções e pomadas (2).

Mesmo apresentando características interessantes, não há muitos estudos na literatura relacionados ao quipá, sendo importante pesquisar esta fruta, bem como seus resíduos, uma vez que o processamento pode resultar em geração de possíveis sobras. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo realizar estudo da cinética de secagem em leito fixo da polpa e das sementes do fruto de quipá (*Tacinga inamoena*).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Aquisição das matérias-primas, preparo e armazenamento da semente e casca de quipá

O fruto de quipá foi coletado na Zona Rural da comunidade de Santa Rosa, localizada na cidade de Serrita-PE, bem como foi realizado a retirada dos espinhos; lavagem e sanitização; descasque e corte; separação da polpa da casca; trituração ou corte; armazenamento em embalagens fechadas sob congelamento.

O material foi colocado em camada fina de aproximadamente 0,5 cm em três fôrmas de mini pizza de diâmetro de 15 cm (Figura 1), às quais corresponderam às três repetições, e colocadas em estufa de circulação de ar forçado na temperatura definida para cada tratamento.



Figura 1 – Preparação da polpa de quipá para a secagem

### Obtenção do quipá em pó pelo método de secagem em leito fixo

O processo de secagem foi realizado de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1, utilizando o Delineamento Inteiramente casualizado (DIC).

**Tabela 1** – Descrição do planejamento experimental 3x2, totalizando 6 tratamentos e 3 repetições, para o processo de secagem

Tratamentos	Variáveis	
	Temperatura (°C)	Parte do fruto
1	-1 (50)	-1 (casca)
2	0 (60)	-1 (casca)
3	+1 (70)	-1 (casca)
4	-1 (50)	+1 (polpa)
5	0 (60)	+1 (polpa)
6	+1 (70)	+1 (polpa)

### Cinética de secagem

As razões de água (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesado em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 2 horas, de 15 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora, sendo o processo interrompido quando atingido o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas. No cálculo da razão de água foi utilizado a equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação 1}$$

Em que,

RX: razão de água do produto (adimensional);

X: umidade do produto; (base seca)

X<sub>i</sub>: umidade inicial do produto, e; (base seca)

X<sub>e</sub>: umidade de equilíbrio do produto (base seca).

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a equação 2 (12):

$$X(b.s) = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

X<sub>bs</sub> – teor de água (b.s.);

m(t) – massa da amostra no tempo t;

m(t)-m<sub>s</sub> – massa de água no produto no tempo t, e

m<sub>s</sub> – massa seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de água inicial da polpa de quipá submetidas à secagem às temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C foi de 87,3% (base úmida). Durante o processo de secagem, esse teor de água foi diminuindo em relação ao tempo, isso se deve à transferência de calor e massa das polpas a serem desidratadas, sendo a energia necessária para retirar os fluidos nas formas de umidade interna e vapor de água (1).

Estudar os tempos de secagem das matérias-primas é de suma importância, uma vez que a partir destes dados, pode-se estimar o tempo de produção do produto, gasto energético, rendimento e dimensionamento de equipamentos. Para tanto, em relação à polpa de quipá, o maior tempo de secagem foi observado para as temperaturas de 50 °C, com tempo de desidratação de 330 minutos [5,5 horas] (Figura 2).

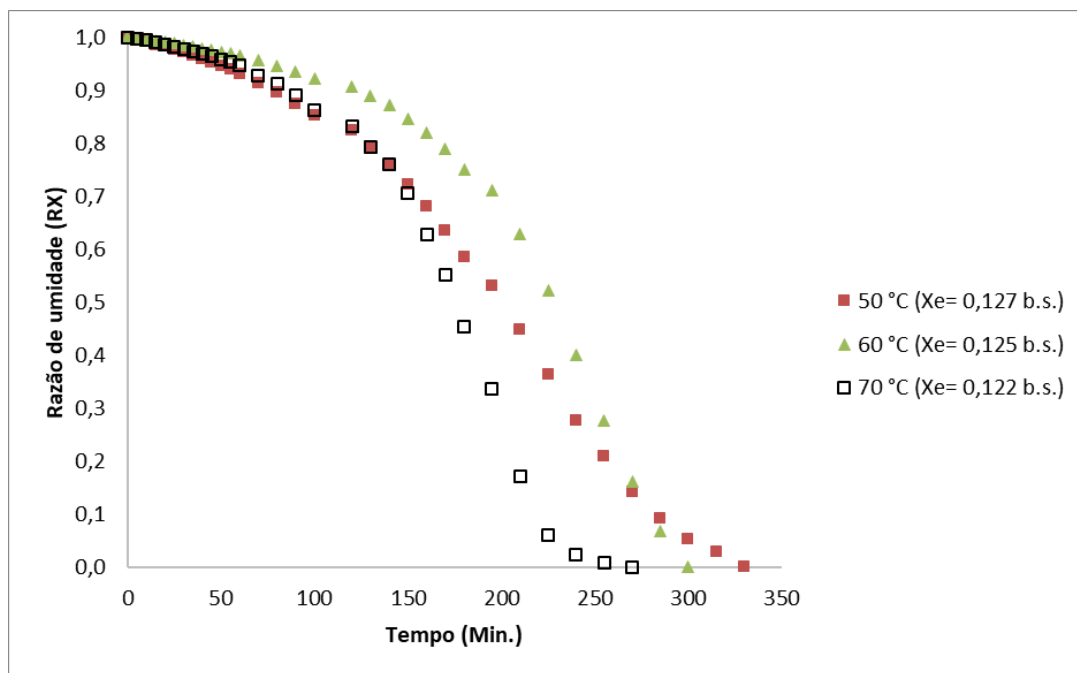


Figura 2 – Cinética de secagem da polpa de quipá em diferentes temperaturas

A umidade de equilíbrio ( $X_e$ ) está relacionada à estabilização do teor de água do alimento a determinada temperatura, ao qual, mesmo que o material seja submetido a mais tempo de secagem, ele apresentará peso constante. Isso se deve ao equilíbrio entre a pressão interna do vapor d'água na parede celular tende a ser igual à pressão externa de vapor d'água (9). Para tanto, a  $X_e$  do material estudado variou de 0,127 b.s. a 0,122 b.s. para as temperaturas de 50 °C e 70 °C, respectivamente.

A temperatura influenciou na coloração da polpa de quipá desidratada (Figura 3), sendo a temperatura de 60 °C e 70 °C apresentando coloração mais escura e à 50 °C exibindo tonalidade mais clara. Isso pode ter ocorrido devido a reações de escurecimento não enzimático, normalmente resultantes de aquecimento.





Figura 3 – Polpa de quipá desidratada nas temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C

As curvas da cinética de secagem das sementes de quipá se apresentaram semelhantes (Figura 4), no entanto, a perda de água foi observada mais lentamente pela temperatura de 50°C, com tempo de 315 minutos (5,25 horas) para atingir a umidade de equilíbrio. Com relação à  $X_e$ , foram observados valores de 0,324 b.s., 0,321 b.s. e 0,322 b.s., para as temperaturas de 50 °C, 60 °C e 70 °C, respectivamente.

Tanto para a desidratação da polpa quanto das sementes de quipá foi observado que a taxa de secagem se deu de forma decrescente, ou seja, a remoção de água destas matérias-primas pode ter ocorrido pelo mecanismo de difusão. Além disso, este processo de deslocamento da água pode ser influenciado por outros fatores, como ligações físico-químicas com outros componentes do próprio alimento, movimentação dos solutos, má-formações dos produtos, dentre outros (13).

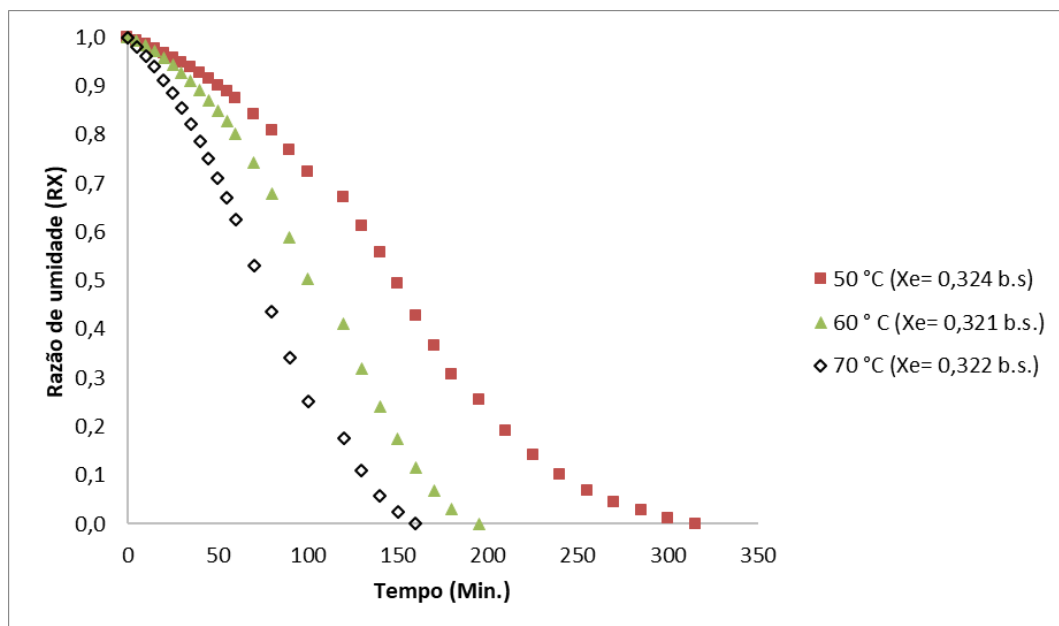


Figura 4 – Cinética de secagem da semente de quipá em diferentes temperaturas

Em relação à aparência das sementes desidratadas de quipá (Figura 5), pode-se observar que ocorreu comportamento contrário à polpa desidratada, em temperatura de 70 °C foi verificada coloração mais clara que as sementes secas em temperaturas de

50 °C e 60 °C. A utilização de temperaturas elevadas aplicadas no processo de secagem de sementes com quantidades elevadas de água pode influenciar nos processos metabólicos que impactam na qualidade, como por exemplo a conversão de glicose em sacarose e a produção de enzimas chaves da germinação, dentre outros (3).



Figura 5 – Sementes de quipá desidratadas em diferentes temperaturas

Os resultados deste estudo evidenciam a viabilidade técnica e a eficiência da desidratação tanto da polpa quanto das sementes de quipá, aproveitando assim uma matéria-prima regionalmente abundante e sustentável da Caatinga. Observou-se que as taxas de secagem decrescem de forma similar para ambos os materiais, destacando-se que a polpa de quipá requer até 5,5 horas para alcançar a umidade de equilíbrio, enquanto as sementes necessitam de apenas 3,25 horas.

Ademais, a temperatura de secagem exerceu influência significativa na coloração dos produtos desidratados, indicando uma preferência por temperaturas moderadas para manter as características desejáveis de cor, especialmente importante para aplicações comerciais e nutricionais. Este estudo não apenas destaca a eficácia da desidratação em preservar recursos naturais valiosos, mas também o potencial para otimização de processos visando produtos de maior qualidade.

## CONCLUSÕES

Diante do exposto, pode-se concluir que é viável a desidratação de tanto da polpa quanto da casca de quipá, uma vez que aproveita uma matéria-prima abundante na região da Caatinga.

As taxas de secagem se mostraram decrescente, com comportamento semelhante, sendo o maior tempo para atingir a umidade de equilíbrio ( $X_e$ ) foi de 5,5 horas para a polpa de quipá e o menor tempo observado foi de 3,25 para a semente seca de quipá.

A temperatura de secagem influenciou na aparência de cor do produto desidratado, sendo coloração mais escura nas sementes de quipá a 50 °C e na polpa de quipá desidratada à temperatura de 70 °C.

## AGRADECIMENTOS








Agradecemos ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) pela concessão de bolsa de iniciação científica, que contribuiu para a elaboração deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. Cavalcanti MM. Secagem a nível de produtor. In: ALMEIDA FAC, Cavalcanti Mata MERM. (ed.). Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. cap. 2, p.40-188.
2. Colonetti CV. Caracterização da mucilagem do fruto e cladódio de *Cereus hildmannianus* K. Schum. Florianópolis Dissertação [Engenharia Química] - Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
3. Faria MAVR, Pinho RG, Pinho EVR, Guimarães RM. Marcadores moleculares da qualidade fisiológica de sementes. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003.
4. Formiga SA, Costa BF, Silva SM, Pereira ME, Brasil LY. Aspectos físicos e químicos de frutos de quipá (*Tacinga inamoena*) Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 2016; 11(5):25-29.
5. Foust AS, Wenzel LA, Clump CW. Principles of Unit Operations, 2nd Ed., John Wiley & Sons Inc., 1980.
6. Brasil. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, 2008.
7. Menon A, Stojceska V, Tassou SA. A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. Trends in Food Science & Technology 2020; 100:67–76.
8. Soares EC. Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). Dissertação [Mestrado em Engenharia de Alimentos] – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB; 2009.
9. Souza ACM. Características físicas, físico-químicas, químicas e nutricionais do quipá (*Tacinga inamoena*). Recife. Dissertação [Ciências dos Alimentos] - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco; 2005.
10. Souza AP, Mota LL, Casavecchia BH, Stangerlin DM, Melo RR. Variação anual da umidade de equilíbrio e da cor de madeiras amazônicas submetidas a ensaios de campo. Revista Ciência da Madeira 2019; 10(3):223–235.
11. Souza ACM, Gamarra-rojas G, Andrade SAC, Guerra NB. Características físicas, químicas e organolépticas de quipá (*Tacinga-inamoena*, Cactaceae). Revista Brasileira de Fruticultura 2007; 29(2):292-295.
12. Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall, CW. Drying and storage of grains and oilseeds. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.

13. Bendlin RCS. Secagem convectiva de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) 2003. Florianópolis. Dissertação [Mestrado em Engenharia de Alimentos] - Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

## CINÉTICA DE SECAGEM DE FARINHA SEMENTE DE MARACUJÁ E CAROÇO DE ABACATE POR SECAGEM CONVENCIONAL

Alexsandra de Souza Nascimento \*; Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza ; Bruno Cecilio de Lira ; José Honório Pereira Lopes Neto ; Lucélio Mendes Ferreira ; Camilla Salviano Bezerra Aragão ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [alexandra.souza@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:alexandra.souza@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** A cinética de secagem estuda o desempenho de um material a ser desidratado, com o intuito de conhecer seu comportamento. A maioria dos resíduos têm muitas aplicações, porém frequentemente são descartados de forma inadequada. Esses resíduos podem ser desidratados para produzir essas farinhas, oriundos de sementes, de cascas e de bagaço. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre a cinética de secagem das farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate usando método convencional. O processo de secagem convencional foi realizado em estufa com circulação de ar forçado, o qual foi utilizado Delineamento Inteiramente casualizado (DIC) 2x2, sendo duas temperaturas (60 °C e 70 °C) e os dois resíduos (semente de maracujá e caroço de abacate), com três repetições. O teor de água inicial da semente de maracujá foi de 33,19% b.u. e a umidade de equilíbrio foi de 0,071 b.s., para a temperatura de 60 °C, e 0,074 b.s. para a temperatura de 70 °C. A obtenção da farinha de maracujá foi mais lenta a 60 °C, levando 375 min. (6,25 h) para atingir a umidade de equilíbrio ( $X_e$ ), enquanto a 70 °C, o tempo foi reduzido aproximadamente pela metade, com 195 min. (3,25) para atingir a  $X_e$ . No processo de produção da farinha de abacate não houve influência da temperatura na taxa de secagem. As farinhas estudadas apresentaram comportamento da curva de secagem semelhantes, porém a farinha de caroço de abacate teve tempo reduzido de obtenção da  $X_e$ .

**Palavras-chave:** desidratação; farinha; resíduo

### INTRODUÇÃO

A cinética de secagem estuda o desempenho de uma matéria-prima a ser desidratada, com o intuito de conhecer seu comportamento frente ao processo, bem como o desenvolvimento de equipamentos utilizados no processamento de alimentos secos (1).

A remoção da água se dá pela transferência de calor e massa, resultando na redução da atividade de água  $A_w$ , auxiliando no processo de conservação do produto, devido a inibição do crescimento microbológico e reações que podem ocorrer no armazenamento do alimento (2).

A maioria dos resíduos gerados pela indústria de frutas têm muitas aplicações, mas são descartados de forma inadequada, ocasionando sérios problemas ao meio ambiente. Por essa razão, pesquisas direcionadas ao aproveitamento desses resíduos vêm ganhando destaque nos últimos anos, pois boa parte do que é descartado contém compostos bioativos que proporcionam benefícios para a saúde (3). Os principais resíduos do processamento de frutas, são sementes e cascas, que têm sido amplamente reconhecidos e comprovados como possíveis componentes na alimentação e potencialidades de fibras (4).

De acordo com Ganesh; Sridhar; Vishali (5), uma maneira de ampliar o valor das cascas e sementes de frutas é empregá-las como fonte alternativa para a produção de alimentos ou insumos alimentícios em aplicações tecnológicas. Essa possibilidade é importante, dada a atual tendência em ascensão na procura por novas fontes de subprodutos que exibem essas características.

Esses resíduos agroindustriais podem ser processados e desidratados para produzir diversos tipos de farinha, oriundos de sementes, de cascas e de bagaço, podendo ser utilizados em partes como substitutos de outras farinhas comerciais, oferecendo uma opção mais rica em nutrientes (6).

Sendo assim, o objetivo desse trabalho consistiu em realizar estudo da cinética de secagem das farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate pelo método convencional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Aquisição das matérias-primas e preparo para a secagem**

As sementes de maracujá e os caroços de abacate foram obtidas da preparação da merenda escolar do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃOPE) do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), as quais foram coletadas nos dias da preparação e armazenadas em sacos plásticos sob congelamento.

Os resíduos foram colocados em solução clorada a 100 ppm durante 30 minutos, lavadas em água corrente e colocadas em peneiras para drenagem do excesso de água. Os caroços de abacate foram cortados em pedaços menores e triturados antes da secagem. As sementes de maracujá não precisaram ser trituradas, pois eram resíduos da preparação de suco.

### **Obtenção das farinhas**

O processo de secagem em leito fixo foi realizado em estufa com circulação de ar forçado, o qual foi utilizado Delineamento Inteiramente casualizado (DIC) 2x2, sendo 2 temperaturas (60 °C e 70 °C) e os dois resíduos (semente de maracujá e caroço de abacate), com três repetições.

Os resíduos foram colocados em fôrmas de mini pizza de 15 cm de diâmetro, como pode ser observado na Figura 1A e 1B.



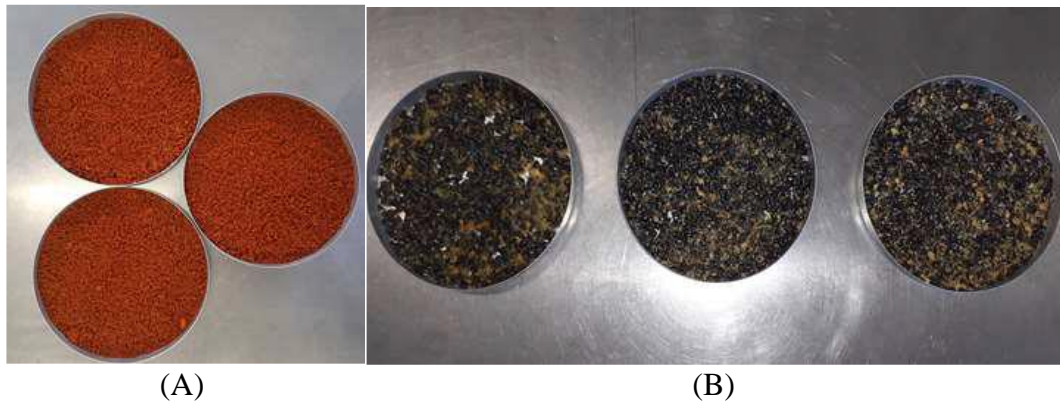


Figura 1 – Disposição das sementes de maracujá (A) e do caroço de abacate (B) triturados nas fôrmas

### Cinética de secagem

As razões de umidade (RX) e as curvas de razão de água em função do tempo de secagem foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens (a qual foi pesado em intervalos iniciais de 5 minutos com duração de 1 hora; 10 minutos durante 2 horas, de 15 minutos durante 2 horas, 30 minutos durante 2 horas e de hora em hora, sendo o processo interrompido quando atingido o ponto equilíbrio) e dos teores de água determinados no final das mesmas. No cálculo da razão de umidade foi utilizado a equação 1:

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

RX: razão de umidade do produto (adimensional);

X: umidade do produto; (base seca)

$X_i$ : umidade inicial do produto, e; (base seca)

$X_e$ : umidade de equilíbrio do produto (base seca).

Para a determinação dos teores de água ao longo do tempo, durante a secagem, foi utilizada a equação 2 (7):

$$X(b.s) = \frac{m(t) - m_s}{m_s} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

$X_{bs}$  – teor de água (b.s.);

$m(t)$  – massa da amostra no tempo t;

$m(t) - m_s$  – massa de água no produto no tempo t, e

$m_s$  – massa seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda de massa das amostras foi avaliada pela Razão de umidade (RX) em função do tempo de secagem e dos teores de água determinados no início e final do processo de secagem. O teor de água inicial da semente de maracujá foi de 33,19% b.u. e a umidade de

equilíbrio foi de 0,071 b.s., para a temperatura de 60 °C, e 0,074 b.s. para a temperatura de 70 °C. Como pode ser visualizado na Figura 2, a obtenção da farinha de maracujá a 60 °C foi obtida de forma mais lenta, chegando a 375 min. (6,25 h) para atingir a umidade de equilíbrio ( $X_e$ ), e a 70 °C, para alcançar a  $X_e$  o tempo foi reduzido aproximadamente pela metade, com 195 min. (3,25). Isso se deve à transferência de energia na forma de calor, que ocorre numa taxa de redução de água de um material, quando é aumentada a temperatura (8), influenciando consideravelmente no processo de produção. Sendo assim, pode-se afirmar que o processamento da farinha de semente de maracujá pode ser realizado a 70 °C, pois o processo tornar-se-ia mais rápido e, conseqüentemente, menos custo para a produção do produto.

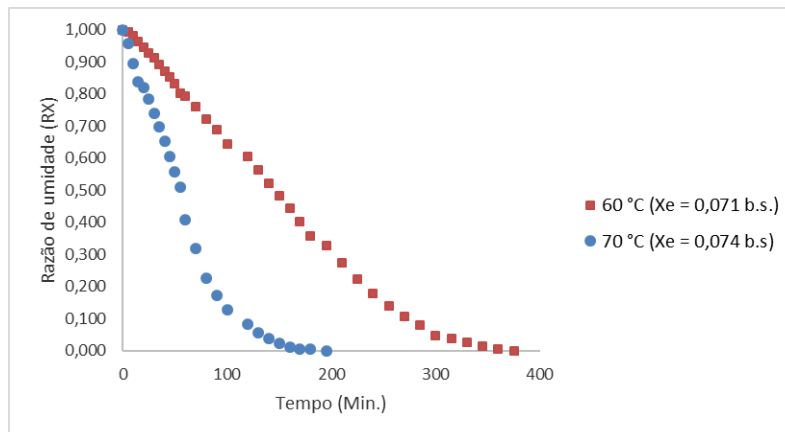


Figura 2 – Cinética de secagem da farinha de semente de maracujá em diferentes temperaturas

O caroço de abacate corresponde a uma porção considerável do fruto, sendo tratado como resíduos, mas que apresenta potencialidade de aproveitamento como subproduto (9). Além disso, há relatos que este o extrato de caroço de abacate apresenta ação anti-inflamatória, caracterizando-o como um material antioxidante (10), como também a farinha de caroço de abacate pode ser incluída na alimentação humana, como forma de enriquecimento nutricional, bem como agregação de valor a este resíduo (11).

Para tanto, é importante conhecer o processo de obtenção desta farinha, uma vez que estes dados são essenciais para o dimensionamento da cadeia de produção deste produto. Com relação à obtenção da farinha de abacate nas temperaturas de 60 e 70°C (Figura 3), pode-se observar que, apesar da diferença de 10 °C entre as temperaturas, isso não influenciou na taxa de secagem do produto, ou seja, as curvas de secagem se mostraram semelhantes. Sendo assim, pode-se utilizar as duas temperaturas para a obtenção deste produto. No entanto, é necessário realizar estudos mais detalhados quanto à alterações físico-químicas, principalmente como potencial antioxidante, que podem ocorrer utilizando temperaturas mais elevadas.

Fazendo uma relação entre as farinhas estudadas em função da redução da razão de umidade e o tempo de secagem na temperatura de 60 °C (Figura 4), pode-se constatar que a farinha de caroço de abacate apresentou tempo de alcance da  $X_e$  menor que a farinha da semente de maracujá, sendo 170 min. (2,8 h) e 375 min. (6,25 h), respectivamente. Isso pode ter ocorrido em função da estrutura da semente de maracujá, que contém uma parte com textura mais firme e, conseqüentemente, mais difícil de remoção da água.

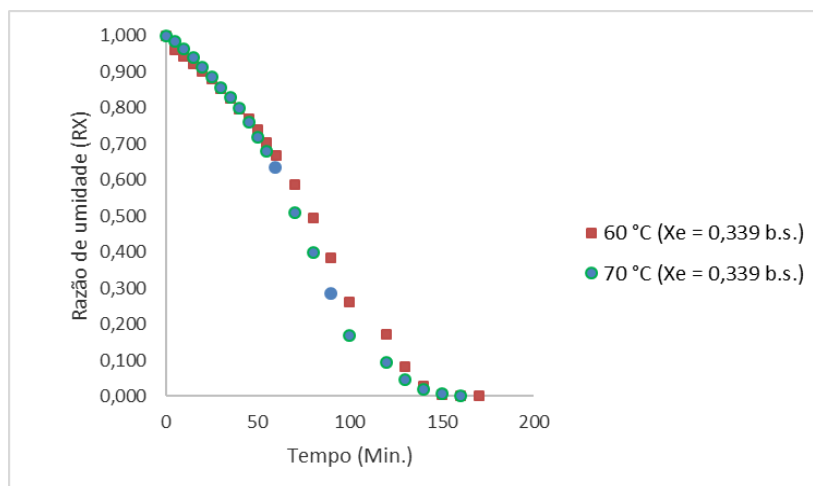


Figura 3 – Cinética de secagem da farinha de caroço de abacate em diferentes temperaturas

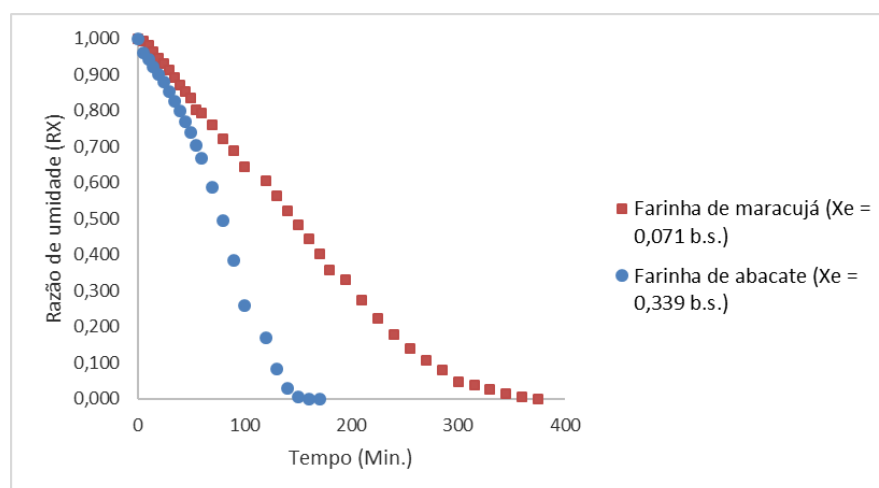


Figura 4 – Cinética de secagem da farinha de semente de maracujá e farinha de caroço de abacate processadas a 60 °C

Já com relação à avaliação da curva de secagem das farinhas de maracujá e caroço de abacate produzidas a 70 °C, foi observado que o comportamento das curvas de ambas as farinhas foram semelhantes, com diferença apenas no tempo para atingir a  $X_e$ , que foram: 195 min. (3,25) para a farinha de semente de maracujá e 160 min. (2,7 h) para a farinha de caroço de abacate.

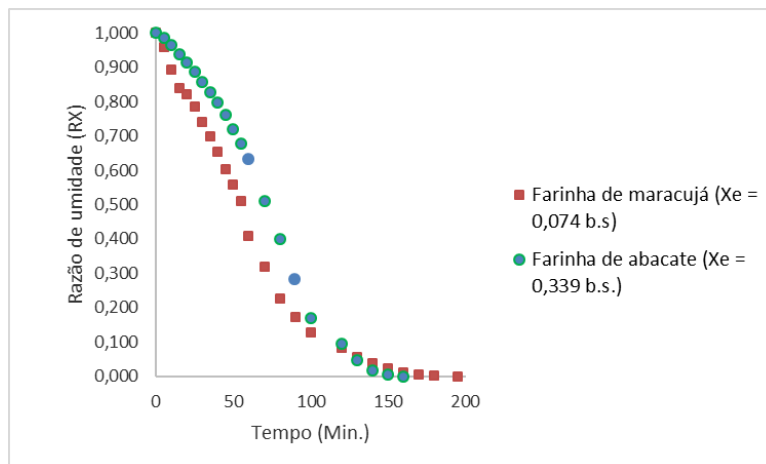


Figura 5– Cinética de secagem da farinha de semente de maracujá e farinha de caroço de abacate processadas a 70 °C

## CONCLUSÕES

As farinhas estudadas apresentaram comportamento da curva de secagem semelhantes, com característica decrescente na taxa de remoção de água, porém a farinha de caroço de abacate teve tempo reduzido de obtenção da Xe.

As farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate podem ser produzidas a temperatura 70 °C e 60 °C, respectivamente, levando em consideração o tempo de secagem e gasto energético.

## REFERÊNCIAS

1. Menon A, Stojceska V, Tassou SA. A systematic review on the recent advances of the energy efficiency improvements in non-conventional food drying technologies. *Trends in Food Science & Technology* 2020; 100, 67–76.
2. Gava, AJ, Silva, CAB, Frias, JRG. *Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2008.
3. Marcillo-Parra V, Tupuna-Yerovi DS, González Z, Ruales J. Encapsulation of bioactive compounds from fruit and vegetable by-products for food application – A review. *Trends in Food Science and Technology*, 2021 [acesso em 21 set. 2023]; 116: June, 11–23. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421004477>.
4. Melo AM, Barbi RCT, Costa B. P.; Ikeda M, Carpiné D, Ribani RH. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive properties. *Food Bioscience* 2021; 101343.
5. Ganesh KS, Sridhar A, Vishali S. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A

- review. *Chemosphere* 2022; 287, 132221 [acesso em 21 set 2023]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565352102693X?via%3Dihub>.
6. Melo AM, Barbi RCT, Costa BP, Ikeda M, Carpiné D, Ribani RH. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive properties. *Food Bioscience* 2022; 45:101343.
  7. Brooker DB, Bakker-Arkema FW, Hall, CW. *Drying and storage of grains and oilseeds*. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.
  8. Vêras AOM. Secagem de pimenta dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) em secador convectivo horizontal. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.
  9. Tango JS, Carvalho CRL, Soares NB. Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo. *Revista Brasileira de Fruticultura* 2004; 26(1):17-23.
  10. Rodrigues LCC et al. Avaliação da atividade anti-inflamatória do extrato hidroalcoólico do caroço de abacate sobre a peritonite induzida pela carragenina em ratos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde* 2015; 13(2):367-376.
  11. Nascimento MRF et al. Composição centesimal e minerais de farinha do caroço de abacate (*Persea gratissima*, Gaertner f.). Congresso Brasileiro De Ciência E Tecnologia De Alimentos, 25.; Cigr Session 6 International Technical Symposium, 10., 2016, Gramado. Alimentação: árvore que sustenta a vida. Anais. Gramado: SBCTA Regional, 2016.

## RENDIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA SEMENTE DE MARACUJÁ E CAROÇO DE ABACATE POR SECAGEM CONVENCIONAL

Alexsandra de Souza Nascimento \*; Beatriz Gabriely de Fátima da Conceição de Souza ; Espedita Pereira Matias ; Cristiane Ayala de Oliveira ; Lucélio Mendes Ferreira ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [alexandra.souza@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:alexandra.souza@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** Com o desenvolvimento da agroindustrialização ocorre um aumento na geração de resíduos. O aproveitamento de resíduos agroindustriais são um fator de impacto positivo tanto para a indústria quanto para o meio ambiente. Cascas e sementes de frutas podem apresentar nutrientes interessantes para a alimentação humana. Sendo assim, o objetivo desse trabalho consistiu em avaliar o rendimento e caracterizar a farinha de semente de maracujá e caroço de abacate por secagem convencional. A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar forçado, utilizando Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) 2x2, sendo duas temperaturas (60 °C e 70 °C) e os dois resíduos (semente de maracujá e caroço de abacate), com três repetições. A caracterização físico-química das foi realizada quanto ao teor de água, atividade de água, cinzas, lipídios e proteína. A farinha de semente de maracujá que obteve rendimento de 43,5% quando seca na temperatura de 60 °C, e 44,4% processada a 70 °C. As farinhas obtidas neste estudo se encontram com Aw abaixo deste valor, variando de 0,48 a 0,52. Com relação ao teor de proteína foram observados maiores valores para a farinha de semente de maracujá de 14,11% (60 °C) e 14,29% (70 °C). Já a farinha de caroço de abacate, obteve valores mais baixos do mesmo parâmetro, sendo 5,9% para a farinha processada em 60 °C e 5,3% para 70 °C. As farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate apresentaram bom rendimento e boas características nutricionais, apresentando potencialidades na sua produção em maior escala.

**Palavras-chave:** desidratação; farinha; resíduo

### INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento da agroindustrialização ocorre um aumento na geração de resíduos, que se forem lançados no ambiente de forma incorreta, pode acarretar diversos tipos de contaminações, prejudicando o ecossistema e, com relação à industrialização das frutas não é diferente, em muitos casos ocorre descartes inadequados no ambiente. No entanto, estes resíduos podem apresentar potencialidades em compostos bioativos, que promovem algum benefício para a saúde (1).

Para tanto, é de suma importância estudos que avaliem as vantagens destes subprodutos na alimentação humana, uma vez que cascas e sementes apresentam grandes



quantidades de fibras (2), que podem auxiliar na prevenção de doenças e no trânsito intestinal. Além disso, o aproveitamento de resíduos agroindustriais são um fator de impacto positivo tanto para a indústria, pelo desenvolvimento de novos produtos com características bioativas e agregação de valor ao subproduto, como também para o meio ambiente, diminuindo impactos negativos.

Uma alternativa para expandir a agregação de valor de cascas, sementes e caroços de frutas é a aplicação tecnológica, utilizando estes subprodutos como opção de matéria-prima principal ou como ingrediente na produção de produtos alimentícios Ganesh; Sridhar; Vishali (3), e isso segue como uma tendência devido à características nutricionais interessantes de tais resíduos, que podem agregar algum componente de interesse no produto a ser desenvolvido ou reformulado.

Uma das formas de processar estes materiais está relacionado à desidratação ou secagem, que visa na diminuição do teor de água do material, e auxilia na conservação (4), uma vez que quanto menos o teor de água, maior será a estabilidade do material frente a reações químicas indesejadas e, com mais importância, alterações microbiológicas, sendo fator importante na qualidade e segurança dos produtos finais.

As sementes de maracujá representam de 6% a 12% do peso total da fruta e contêm óleos, carboidratos, proteínas e minerais (5). Já as cascas e sementes do abacate, que representam, em média, 13,5% e 19% do peso total do fruto, têm potencial nutricional (6). As farinhas de resíduos agroindustriais são uma alternativa viável para aproveitamento e agregação de valor destes resíduos, bem como o emprego de substâncias ativas presentes nestes subprodutos, e proporcionando produtos nutricionalmente saudáveis.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho consistiu em avaliar o rendimento e caracterizar a farinha de semente de maracujá e caroço de abacate por secagem convencional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Aquisição das matérias-primas e preparo para a secagem**

As sementes de maracujá e os caroços de abacate foram obtidas da preparação da merenda escolar do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSERTÃOPE) do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), as quais foram coletadas nos dias da preparação e armazenadas em sacos plásticos sob congelamento.

Os resíduos foram colocados em solução clorada a 100 ppm durante 30 minutos, lavadas em água corrente e colocadas em peneiras para drenagem do excesso de água. Os caroços de abacate foram cortados em pedaços menores e triturados antes da secagem. As sementes de maracujá não precisaram ser trituradas, pois eram resíduos da preparação de suco.

### **Obtenção das farinhas**

O processo de secagem em leito fixo foi realizado em estufa com circulação de ar forçado, o qual foi utilizado Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) 2x2, sendo 2 temperaturas (60 °C e 70 °C) e os dois resíduos (semente de maracujá e caroço de abacate), com três repetições.

Os resíduos foram colocados em fôrmas de mini pizza de 15 cm de diâmetro, como pode ser observado na Figura 1A e 1B.

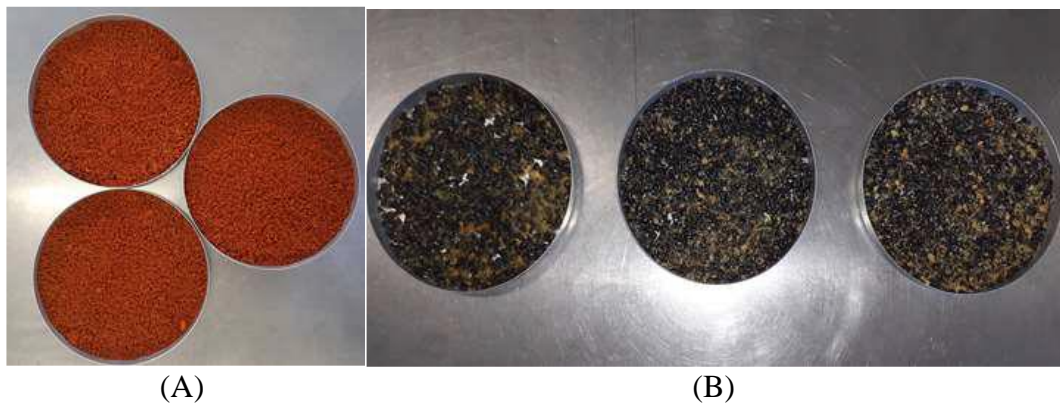


Figura 1 – Disposição das sementes de maracujá (A) e do caroço de abacate (B) triturados nas fôrmas

### Caracterização físico-química e cálculo de rendimento

A caracterização físico-química das farinhas foi realizada quanto ao teor de água, atividade de água, cinzas, lipídios e teor de proteína.

A umidade foi determinada por gravimetria, após secagem da amostra, em estufa a 105 °C. A atividade de água ( $A_w$ ) foi realizada por medidor de  $A_w$  digital Water Activity Meter Tester Analyzer WA-160A. As cinzas foram quantificadas por gravimetria após incineração completa da amostra em mufla a 550 °C. Para o cálculo de proteína total foi utilizado o método Kjeldahl. Todas as análises foram realizadas de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (7). O teor de lipídeos foi determinado pelo método de Folch et al. (8).

O cálculo de rendimento foi realizado utilizando a equação 1:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{massa inicial (g)}}{\text{massa final (g)}} \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Rendimento e caracterização físico-química

Os resultados de rendimento das farinhas de resíduos agroindustriais (semente de maracujá e caroço de abacate) em diferentes temperaturas estão presentes na Tabela 1. Avaliar o rendimento da produção de farinhas é de suma importância, uma vez que resulta numa projeção da quanto de matéria-prima é necessária para a elaboração de uma determinada quantidade de produto, resultando na capacidade de produção por dia, por exemplo. Para tanto, os rendimentos dos resíduos estudados se mostram promissores, principalmente para a farinha de semente de maracujá que obteve rendimento de 43,5% quando seca na temperatura de 60 °C, e 44,4% processada a 70 °C. Foi observado melhor rendimento quando utilizado temperaturas mais elevadas, isso pode ter ocorrido devido a temperatura mais baixa demorar mais tempo para o processamento, e consequentemente, outros componentes do material podem ter sido perdidos no alongamento do processo de produção.

Tabela 1 – Rendimento das farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate produzidas em diferentes temperaturas

Condições de secagem	Rendimento (%)
60 °C – semente de maracujá	43,5

70 °C – semente de maracujá	44,4
60 °C – caroço de abacate	36,1
70 °C – caroço de abacate	34,2

Alimentos secos apresentam um grau de higroscopicidade elevado, podendo comprometer a qualidade do produto, pois se ocorrer aumento de umidade, os microrganismos terão água livre o suficiente para se multiplicarem. É importante que estes produtos se mantenham com  $A_w$  abaixo de 0,60, pois assim não haverá água disponível para crescimento microbiológico. As farinhas obtidas neste estudo se encontram com  $A_w$  abaixo deste valor, variando de 0,48 a 0,52 (Tabela 2). Esta característica favorece o produto positivamente, no entanto, deve-se atentar-se para que o alimento não absorva umidade durante o armazenamento, e isso venha a comprometer sua qualidade microbiológica.

Em conjunto com a  $A_w$ , o teor de água também foi analisado nas farinhas em estudo (Tabela 2), e foi observado que os valores foram de 7,22%, para a farinha de semente de maracujá seca a 70 °C), e 9,99%, para a farinha do caroço de abacate. Estes valores de teor de água se encontram de acordo com o definido pela legislação para farinhas, que é abaixo de 15% (9), reforçando ainda mais as vantagens para o armazenamento dos produtos, pois assim, o tempo de validade será longo.

Outro parâmetro importante a ser analisado em farinhas de resíduos agroindustriais está relacionado a quantidade de minerais presentes no alimento, pois são micronutrientes importantes para a alimentação, não são sintetizados pelo organismo e devem ser ingeridos na dieta. As farinhas de caroço de abacate tiveram valores maiores de minerais totais que os encontrados para as farinhas de semente de maracujá, aos quais foram de 2,64% e 2,63% para os produtos elaborados nas temperaturas de 60 °C e 70 °C, respectivamente. Já para as farinhas de semente de maracujá, os valores foram de 1,54% (60 °C) e 1,63% (70 °C). Sendo assim, pode-se afirmar que a temperatura não influenciou nos resultados deste parâmetro.

Tabela 2 – Média e desvio padrão da atividade de água, umidade e cinzas da farinha de semente de maracujá e caroço de abacate

Condições de secagem	Atividade de água		Umidade (%)		Minerais totais (%)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
60 °C – semente de maracujá	0,50	0,01	8,27	0,19	1,54	0,10
70 °C – semente de maracujá	0,48	0,00	7,22	0,46	1,63	0,17
60 °C – caroço de abacate	0,51	0,00	9,38	0,17	2,64	0,07
70 °C – caroço de abacate	0,52	0,00	9,99	0,58	2,63	0,13

O estilo de vida da população está mudando progressivamente, e uma destas mudanças está relacionada à busca de alimentos proteicos, principalmente pelas pessoas que praticam alguma atividade física. Muitos resíduos agroindustriais apresentam conteúdo de proteínas elevado, podendo serem utilizados no desenvolvimento de um produto proteico ou no incremento deste componente em produtos convencionais, aumentando assim a disponibilidade de alimentos com esta característica no mercado, com o intuito de atender a

demanda do grupo alimentar. Com relação ao teor de proteína (Tabela 3) foi observado maiores quantidades para a farinha de semente de maracujá, que foram de 14,11% (60 °C) e 14,29% (70 °C). Em farelo desengordurado de sementes de maracujá, Ferrari et al. (10) encontraram valor de 15,62% de proteína, sendo superior ao desta pesquisa. Já a farinha de caroço de abacate, obteve valores mais baixos do mesmo parâmetro, sendo 5,9% para a farinha processada em 60 °C e 5,3% para 70 °C.

Quanto aos lipídios (Tabela 3), os maiores valores foram encontrados para as farinhas de semente de maracujá, aos quais 18,41% para a temperatura de 60 °C e 17,36% para 70 °C. Chau e Huang (11) e Jorge et al. (12) encontraram para sementes de maracujá resultados superiores aos deste trabalho, sendo 23% e 28,1% de lipídios, respectivamente. Estas diferenças se devem, provavelmente, às variações dos componentes nutricionais de acordo com as variedades, local de produção, época de produção, dentre outros fatores, que podem interferir nos parâmetros da composição da matéria-prima.

Tabela 3 – Média e desvio padrão do teor de proteína e lipídios cinzas da farinha de semente de maracujá e caroço de abacate

Condições de secagem	Proteína (%)		Lipídios (%)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
60 °C – semente de maracujá	14,11	0,07	18,41	0,12
70 °C – semente de maracujá	14,29	0,24	17,36	0,05
60 °C – caroço de abacate	5,9	0,35	8,51	0,23
70 °C – caroço de abacate	5,3	0,28	8,78	0,14

## CONCLUSÕES

As farinhas de semente de maracujá e caroço de abacate apresentaram bom rendimento e boas características nutricionais, apresentando potencialidades na sua produção em maior escala.

As farinhas se mostram com vantagem no armazenamento, já que a atividade de água (Aw) ficou abaixo de 0,6 e teor de água abaixo de 10%.

As farinhas da semente de maracujá apresentaram conteúdo proteico mais elevado.

## REFERÊNCIAS








1. Marcillo-Parra V, Tupuna-Yerovi DS, González Z, Ruales J. Encapsulation of bioactive compounds from fruit and vegetable by-products for food application – A review. *Trends in Food Science and Technology* 2021 [acesso em 21 set 2023]; 116: June, 11–23. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421004477>.

2. Melo AM, Barbi RCT, Costa B. P.; Ikeda M, Carpiné D, Ribani RH. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive properties. *Food Bioscience* 2021; 101343.
3. Ganesh KS, Sridhar A, Vishali S. Utilization of fruit and vegetable waste to produce value-added products: Conventional utilization and emerging opportunities-A review. *Chemosphere* 2022 [acesso em 21 set 2023]; 287:132221. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004565352102693X?via%3Dihub>.
4. Celestino SMC. Princípios de secagem de alimentos. 4. ed. Planaltina/DF; EMBRAPA; 2010.
5. Tocchini RP. III Processamento: produtos, Caracterização e Utilização. In: Maracujá: cultura, matéria-prima e aspectos econômicos. 2. ed. Revista e ampliada. Campinas: Ital, 1994:61-175.
6. Mouco MA, Coelho RC, Araújo JLP. Custo de produção e viabilidade econômica da exploração do abacate na região do Vale do São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura 2012 [acesso em 21 set 2023]; Bento Gonçalves. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/939085/1/Mouco.pdf>.
7. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo, 2008.
8. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem.* 1957 May;226(1):497-509. PMID: 13428781.
9. Brasil, Resolução RDC nº 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. [acesso em 22 set 2023]; Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html).
10. Ferrari RA, Colussi F, Ayub RA. CARACTERIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DO MARACUJÁAPROVEITAMENTO DAS SEMENTES. *Rev. Bras. Frutic.* 2004 [acesso em 10 fev 2024], 26(1):101-102. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/M59TPPVbhgXXkPRHTPdW8dh/?format=pdf&lang=pt>.
11. Chau CF, Huang YL. Characterization of passion fruit seed fibres: a potential fibre source. *Food Chemistry* 2004; 85(2):189-194.

12. Jorge N, Malacrida CR, Angelo PM, Andreo D. Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. Pesquisa Agropecuária Tropical 2009; 39(4):380-385.



## DETERMINAÇÃO DE DIFERENTES EQUIVALENTE DE DEXTROSE (DE) DE MALTODEXTRINA NA SECAGEM DE ACEROLA POR SPRAY DRYER

Maria Clara Gomes Silva<sup>1,\*</sup> \*; Sara Raquel Ribeiro Pereira<sup>1</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Rafaela De Aquino Souza Miskinis<sup>3</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>4</sup> 

\**Maria Clara Gomes Silva – Email:maria.clara33@aluno.ifsertao-pe.edu.br*

<sup>1</sup> *Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.*

*<maria.clara33@aluno.ifsertao-pe.edu.br>, <sara\_raquel04@hotmail.com>*,

<sup>2</sup> *Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br>*,

*<marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>, <camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>*,

<sup>3</sup> *Pesquisadora colaboradora do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.*

*<rafaelamiskinis@gmail.com>*,

<sup>4</sup> *Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>*.

**Resumo:** O processo de desidratação é um processo muito utilizado pela indústria de alimentos que possibilita a estocagem do suco da acerola no estado desidratado, aumentando as formas de consumo e o tempo de prateleira. Porém, a secagem dos sucos de frutas apresenta complicações devido à pegajosidade e elevada higroscopicidade dos pós, o que ocasiona problemas durante o processamento e armazenamento do produto. Uma alternativa para facilitar a secagem é a adição de um material de parede. Diante disso o objetivo deste estudo foi avaliar como diferentes DEs de maltodextrina, usadas como material de parede, impactam a eficácia do processo de secagem por spray dryer na produção de pó de acerola, visando aprimorar tanto a qualidade do produto quanto a preservação de nutrientes chave, como a vitamina C, em uma indústria no município de Petrolina-PE. Foram preparadas duas soluções com diferentes maltodextrinas, a fim de avaliar características como recuperação de vitamina C e rendimento do produto final. Na primeira foi utilizada maltodextrina (Maltodextrina A) com DE 17,0-19,9, já na segunda solução foi utilizada maltodextrina (Maltodextrina B) com DE 5,0-9,0. Por fim, a secagem dos pós foi realizada em uma planta piloto por atomização (spray dryer). Essas amostras, as soluções (suco concentrado e maltodextrina) e os pós foram submetidas a análises físico-químicas, as quais foram determinados os sólidos solúveis totais (°Brix), pH, sólidos totais, ácidos ascórbico, umidade, atividade água e densidade. De acordo com as análises realizadas verificou-se valores

semelhantes entre os pós de acerola obtidos com as diferentes maltodextrinas. Porém, em relação a redução da perda de vitamina C a maltodextrina B apresentou melhora significativa quando comparada com a maltodextrina A. Pode-se sugerir que o pó de acerola utilizando a maltodextrina B teve uma maior concentração na vitamina C com 285% gerando resultados superiores após a secagem quando comparado com maltodextrina A com 276%. Além disso a maltodextrina B apresentou melhora no rendimento, aumentando a produtividade para 69,64 %.

**Palavras-chave:** Secagem, Material de parede; Caracterização.

## INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia emarginata D.C*) é uma fruta tropical de grande potencial econômico e nutricional, cujo interesse agroindustrial deve-se, principalmente, ao seu elevado teor de vitamina C. Esse atributo tem feito essa fruta ser amplamente utilizada na alimentação humana de forma in natura e industrializado, e na fabricação de produtos farmacêuticos além de ter uma boa aceitação no mercado. Além disso, pode-se ressaltar o seu fácil cultivo, o sabor e aroma agradáveis e a grande capacidade de aplicação industrial, que possibilita a elaboração de vários produtos (1).

A acerola vem sendo comercializada no mercado in natura e em forma de sucos e polpas, porém é uma fruta bastante perecível que necessita da preservação das características sensoriais e nutricionais tanto da fruta “in natura” como de seus derivados durante o período de armazenamento (2). Um método de conservação interessante é a produção de suco em pó por meio da secagem em spray dryer ou atomização, é um processo amplamente utilizado na indústria de alimentos que consiste na transformação de um líquido ou pasta em um produto seco na forma de pó, e em condições ideais, tem se mostrado eficaz para a obtenção de diversos produtos. Onde obtém-se um produto com vida longa de prateleira por meio da redução da atividade de água, inibindo o crescimento microbiano, a atividade enzimática, e estabilidade ao longo do armazenamento, possibilitando sua disponibilidade em qualquer período do ano e não apenas no período de safra, resolvendo assim os problemas da rápida deterioração e elevado desperdício (3).

São utilizados alguns adjuvantes para o processamento de secagem em spray dryer como materiais de parede para aumentar a produção de pó durante o processo. No caso dos sucos de frutas, o material de parede mais comumente utilizados têm sido as maltodextrinas, que diminuem a alta higroscopicidade e aumenta a temperatura de transição vítrea do produto durante a secagem. Esses atributos são prejudiciais ao processo, pois torna o material pegajoso, aumentando a aderência às paredes do secador, proporcionando aglomeração e acúmulo de pó (4).

Diante disso o objetivo deste estudo foi avaliar como diferentes DEs de maltodextrina, usadas como material de parede, impactam a eficácia do processo de secagem por spray dryer na produção de pó de acerola, visando aprimorar tanto a qualidade do produto quanto a preservação de nutrientes chave, como a vitamina C, em uma indústria no município de Petrolina-PE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em uma indústria processadora de acerola, localizada na cidade de Petrolina-PE, no período de fevereiro a julho de 2022.

É importante destacar que diante do perfil inovador da indústria muitos processos, e identificação de DEs e resultados não podem ser apresentados neste trabalho devido ao sigilo industrial a ser seguido. Assim, foram utilizados somente dados autorizados pela empresa

A Figura 1 representa o fluxograma de todo o processo para a obtenção do pó de acerola por meio de spray dryer, o qual será descrito abaixo.

Primeiramente foi feita a pesagem da água, maltodextrina (material de parede) e suco concentrado de acerola (quantidades não reveladas devido ao sigilo industrial), que será definida como solução ou mistura.

Foram preparadas duas soluções com diferentes maltodextrinas, a fim de avaliar características como recuperação de vitamina C e rendimento do produto final. Na primeira foi utilizada maltodextrina (Maltodextrina A) com DE 17,0-19,9, já na segunda solução foi utilizada maltodextrina (Maltodextrina B) com DE 5,0-9,0, ambas oriundas de amido de milho (marca Ingredion).

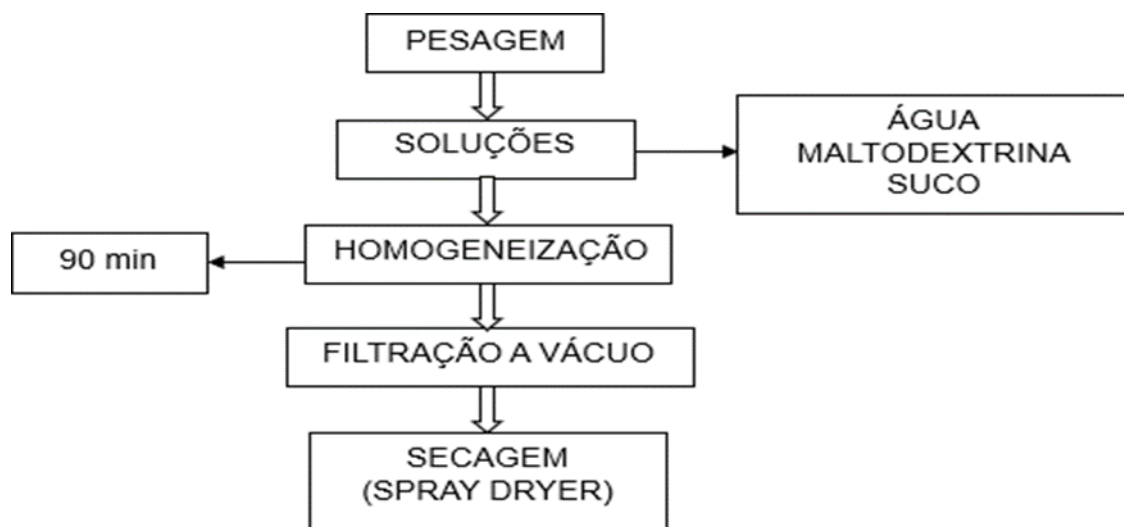


Figura 1. Fluxograma do processamento para a obtenção do pó de acerola por meio do uso de spray dryer.

As soluções foram homogeneizadas em banho maria a 40 °C, por aproximadamente 90 minutos, a fim de garantir melhor dissolução da maltodextrina, sob agitação constante com o auxílio de um agitador mecânico.

Em seguida as soluções foram filtradas em sistema a vácuo e armazenadas em recipiente inox. Nessa etapa as amostras foram analisadas, conforme descrito no item 4.2, afim de avaliar vitamina C, sólidos solúveis totais, sólidos totais e pH.

Por fim, a secagem foi realizada em uma planta piloto por atomização (spray dryer) construído em aço inoxidável com bico rotativo. O processo de atomização obedeceu aos seguintes parâmetros de condições de processo para cada solução: pressão de ar comprimido em 2,5 bar, rotação do bico 25000, vazão de ar a 70 e 90 %, e temperatura de entrada e saída com 145 e 85 °C, usadas nas soluções com (maltodextrina A) e com (maltodextrina B), respectivamente.

Após a secagem os pós de acerola foram pesados para avaliar o rendimento do produto final (Equação 1) e perda de vitamina C (Equação 2). Em seguida foram acondicionados em embalagem de polietileno laminados para posteriores análises físico-químicas do produto acabado, conforme o tópico 4.2, para analisar os teores de umidade, atividade de água, densidade e vitamina C.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{Q_R}{Q_i \times ST_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

QR= quantidade recuperada, produto obtido após a secagem;

Qi= quantidade inicial da solução;

Sti= sólidos totais iniciais, quantidade de sólidos presentes na solução;

$$\text{Perda de vitamina C (\%)} = \frac{VC_{esp} - VC_f}{VC_{esp}} \times 100 \quad (2)$$

Onde,

VC<sub>esp</sub>= Vitamina C esperada, o cálculo é feito com base na análise de vitamina C do suco e da solução.

VC<sub>f</sub> = Vitamina C final, é a vitamina C obtida no pó.

As análises foram realizadas no laboratório de controle de qualidade da própria indústria, buscando avaliar as soluções e os produtos finais.

As soluções com maltodextrina A e maltodextrina B foram caracterizadas com relação a vitamina C, sólidos solúveis totais, sólidos totais e pH. Os pós de acerola (produto final) foram avaliados quanto a umidade, atividade de água, vitamina C e densidade.

As amostras foram caracterizadas de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) ou através de métodos da própria empresa, conforme descritas a seguir.

O teor de vitamina C é determinado por titulometria com solução de iodato de potássio (0,01N), sendo os resultados expressos em mg/100g da amostra.

A quantificação dos Sólidos Solúveis Totais (SST) foi determinada por meio de leitura direta em refratômetro digital portátil, ATAGO Smart-1. Tendo como resultados obtido em °Brix.

O teor de sólidos totais (ST) foi determinado mediante secagem do material em estufa a vácuo a 100 °C por 6 horas, realizada em triplicata. A quantidade de ST é definida pela diferença entre as massas antes e após a secagem da amostra. O resultado final é expresso pela média da porcentagem de sólidos das amostras.

Os resultados de pH foram quantificados em pHmetro de bancada de marca Mettler Toledo. O pH foi aferido diretamente pela imersão do eletrodo na solução de amostra.

Para a determinação da densidade dos pós de acerola calculou-se a razão entre a massa do pó e o volume específico do recipiente inox (segredo industrial). Os valores de densidade foram expressos em g/mL.

Para a determinação de umidade utilizando radiação infravermelha foi utilizado o determinador de umidade da marca Toledo. Inicialmente é colocado o prato de alumínio e tarado, em seguida adicionou-se 3,5 g do pó sobre o prato. Resultado expresso em porcentagem (%).

Os valores de atividade de água foram medidos no equipamento Decagon Aqualab Pre Water Activity Measuring.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados iniciais obtidos através de análises físico-químicas de acerola em pó. Estes resultados são de suma importância para se obter um produto com garantia de padronização e excelência de qualidade

A Tabela 1 mostra o teor de ácido ascórbico (vitamina C), o teor de sólidos solúveis (°Brix), pH e sólidos totais da solução, ou seja, suco concentrado de acerola antes do processo de secagem com adição da maltodextrina A e maltodextrina B.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas das soluções (suco concentrado de acerola) com adição de materiais de parede, maltodextrina A e maltodextrina B, antes da secagem por spray dryer

	MALTODEXTRINA A	MALTODEXTRINA B
Vitamina C (mg/100g)	6447 ± 35,36 <sup>a</sup>	6136 ± 0,00 <sup>b</sup>
Sólidos solúveis (°Brix)	33,26 ± 0,09 <sup>a</sup>	32,12 ± 0,00 <sup>b</sup>
Potencial Hidrogeniônico (pH)	3,28 ± 0,00 <sup>a</sup>	3,20 ± 0,00 <sup>b</sup>

Sólidos Totais (%)

 $31,17 \pm 0,12^a$  $30,01 \pm 0,00^b$ 

Valores da mesma linha acompanhado por letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ).

A caracterização destas amostras proporciona informações a respeito do suco concentrado de acerola antes de passar pelo processo de secagem, sendo assim, uma informação base para mensurar não somente o efeito do calor sobre a perda da vitamina C, como também a influência de cada maltodextrina na obtenção do produto final, pó de acerola. Assim, observa-se através da Tabela 1 que os valores para todos os parâmetros avaliados revelaram que houve uma diferença significativa entre as misturas que utilizaram Maltodextrina A e Maltodextrina B, sugerindo que a depender do tipo de maltodextrina utilizada pode-se alterar a composição da mistura que seguirá para secagem.

De acordo com os dados obtidos nesta pesquisa, aos teores de vitamina C das misturas ( $6447 \pm 35,36$ ) e ( $6136 \pm 0,00$ ) são inferiores aos encontrados por Tanaka (2), que encontrou valor de  $6690 \pm 1,4$  de suco concentrado de acerola verde com adição da maltodextrina. Segundo Brasil (5), divergência no teor de ácido ascórbico pode estar relacionado a seleção da matéria prima e as características como grau de maturação, clima, o cultivo e principalmente ao processo produtivo.

Em relação aos teores de SS ( $^{\circ}$ Brix), evidencia-se que este parâmetro reflete diretamente os níveis de açúcar presente no alimento. As soluções presentes no trabalho tiveram valor de  $^{\circ}$ Brix ( $33,26 \pm 0,09$ ) e ( $32,12 \pm 0,00$ ), respectivamente, para misturas com maltodextrina A e B, maior do que o obtido por Dantas (6), que encontrou  $20,7 \pm 0,173$

$^{\circ}$ Brix para o suco de laranja com adição de 15 % (m/v) de maltodextrina. Sendo maior também que os valores de  $^{\circ}$ Brix encontrado por Almeida, Silva e Ferreira (2021), sendo  $25,266 \pm 0,152$   $^{\circ}$ Brix para suco de laranja com adição de 20 % (m/v) de maltodextrina. Oliveira et al. (7), obtiveram 15,33  $^{\circ}$ Brix para a polpa de pitanga com 15 % (m/v) de maltodextrina. Pequenas diferenças encontradas entre os resultados podem ser justificadas pelas distintas condições climáticas, região de cultivo, variedades do fruto, estágio de maturação, e condições de processamento do suco (8;9;10).

Na Tabela 1 os resultados do pH demonstram que não houve diferença significativa, variando de  $3,20 \pm 0,00$  (MALTODEXTRINA B) a  $3,28 \pm 0,00$  (MALTODEXTRINA A).

Valores próximo aos valores encontrados na literatura. Segundo os autores Santos et al. (11), foi observado para a polpa de goiaba integral o pH de 3,76. Cavalcante et al. (12), utilizaram maltodextrina com dextrose equivalente (DE) 20 como coadjuvante de secagem na formulação da polpa de graviola para secagem e obtiveram valores de pH  $3,50 \pm 0,03$ . Sabe-se que baixos valores de pH proporcionam maior estabilidade, pois produto com tais valores de pH são considerados ácidos, dificultado o desenvolvimento e a proliferação de microrganismo (13).

Para o processo de secagem por spray dryer o resultado de sólidos totais é definido pelas características da matéria seca. Este parâmetro é fundamental como análise de controle de processo, pois reflete diretamente na eficiência desta operação. Para secagem de suco de



frutas, os sólidos são compostos pelos sólidos da própria fruta como minerais, vitaminas e fibras, além dos sólidos adicionados com a função de material de parede, como a maltodextrina, goma xantana e outros. Ainda na Tabela 1 estão apresentados os teores de sólidos totais das soluções de acerola,  $31,17 \% \pm 0,12$  e  $30,01 \% \pm 0,00$ , onde apresentam ter resultados semelhantes ao encontrado por Tanaka (2007), que analisando uma solução composta por um material de parede, maltodextrina orgânica, oriunda da Corn Products e suco de acerola, encontrou valores de  $31,2 \% \pm 0,30$ . Já Oliveira et al. (14), obteve resultados inferiores com  $20,10 \% \pm 0,12$  no qual foi utilizado no bagaço da graviola com adição do material de parede um amido de milho quimicamente modificado.

A seguir, a Tabela 2 traz valores obtidos para importantes parâmetros físico-químicos dos pós de acerola resultantes da secagem do suco concentrado de acerola via spray dryer com o uso de maltodextrina A e B.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas dos pós de acerola obtidos por meio de secagem via spray dryer com adição de materiais de parede, maltodextrina A e maltodextrina B

	MALTODEXTRINA A	MALTODEXTRINA B
Vitamina C (mg/100g)	$17794 \pm 87,47^a$	$17945 \pm 124,96^a$
Sólidos solúveis (°Brix)	$3,25 \pm 0,12^a$	$3,23 \pm 0,25^a$
Potencial Hidrogeniônico (pH)	$0,20 \pm 0,00^a$	$0,19 \pm 0,01^a$
Sólidos Totais (%)	$0,66 \pm 0,02^a$	$0,61 \pm 0,00^b$

Valores da mesma linha acompanhado por letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ).

Diferente do que foi observado na Tabela 1, os pós de acerola (produtos obtidos após secagem via spray dryer) não diferiram significativamente entre as amostras, com exceção do parâmetro densidade. Este resultado pode ser justificado pela diferença no aumento na DE, consequentemente leva a um aumento na densidade. Isto pode ser atribuído ao fato de que quanto maior o DE da maltodextrina, menor é a sua temperatura de transição vítrea (Tg) e, como consequência, menor é a elevação da Tg da solução, tornando assim pós com mais pegajosidade (15;16).

De acordo com os dados obtidos nesta pesquisa, o teor de vitamina C dos pós de acerola resultantes com o uso de Maltodextrina A ( $17794 \pm 87,47$  mg/100g) e B ( $17945 \pm 124,96$  mg/100g) não diferiu significativamente, caracterizando ambas maltodextrinas com semelhantes efeitos para secagem. Além disso, pode-se sugerir que os pós de acerola obtidos utilizando-se a maltodextrina B (aumento de 285 %) puderam gerar resultados superiores após a secagem quando comparado aos tratamentos utilizando maltodextrina A (aumento de 276 %) para vitamina C, apesar de apresentar menor concentração inicial deste parâmetro.

Os valores encontrados por Vieira (17), são inferiores ao encontrado nessa pesquisa, em que os valores foram  $4447,87 \pm 245,64$  mg de ácido ascórbico/100g, utilizando como material de parede a maltodextrina mor-rex 1910 10 DE, da Corn Products. Com o objetivo de determinar a melhor condição de atividade de água e tempo para o armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado. Garcia et al. (18), verificaram valores de  $1593,2 \pm 64$  e  $6690,4 \pm 137$  mg/100g de acerola e camu-camu em pó, produzido a partir da polpa, utilizando 5 e 15 % de maltodextrina 12 DE, respectivamente. Segundo estes autores perceberam, quanto maior a concentração de maltodextrina utilizada para a produção de pó, melhor o favorecimento para proteção da vitamina C durante o processo de secagem. De acordo com Wang (19), maltodextrina possui propriedades contra oxidação.

Quanto ao teor de umidade é de suma importância na utilização de análise de alimentos. Está associada diretamente à sua estabilidade, qualidade, composição e estocagem (20; 21). Os pós de acerola apresentaram valores médios de  $3,25 \pm 0,12$  % para maltodextrina A e  $3,23 \pm 0,25$  % para maltodextrina B (Tabela 2), o que está de acordo com Shishir e Chen (22), que diz que a baixa umidade dos pós atomizados reduz a aglomeração do pó durante o armazenamento. Os teores de umidade do pó fabricado pelo método spray dryer, normalmente são inferiores a 5%, o que permite que esses produtos sejam considerados seguros do ponto de vista microbiológico. Os valores de umidade encontrados não apresentaram diferença significativa por Vieira (17), em que os valores foram  $3,78 \pm 0,35$  %, no qual ele utilizou como material de parede a maltodextrina mor-rex 1910 10 DE, da Corn Products, com o objetivo de determinar a melhor condição de atividade de água e tempo para o armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado. Almeida, Silva e Ferreira (23), na caracterização físico-química de diferentes concentrações de maltodextrina e do uso de diferentes temperaturas do ar de entrada na obtenção do suco de laranja em pó através da secagem em spray dryer, citaram valores menores quando comparados aos do presente estudo, variando de  $1,557 \pm 0,291$  a  $2,477 \pm 0,524$  %.

Com relação ao teor da atividade de água os valores médios  $0,20 \pm 0,00$  e  $0,19 \pm 0,01$  respectivamente de acordo com a tabela acima, apresentou valor de atividade água menor do que o obtido por Ferrari et al. (24), que obtiveram uma atividade de 0,283 para o suco de amora-preta em pó seco em spray dryer utilizando maltodextrina Maltogill 20 DE. E apresentou valor muito próximo ao obtido por Tonon (25), que encontrou uma atividade de  $0,18 \pm 0,002$ , para o suco de açaí em pó seco em spray dryer, usando como material de parede fécula de mandioca. Segundo Barbosa (26), essas faixas de atividade de água menores que 0,6 são ideais para serem considerados microbiologicamente estáveis e a ocorrência de deteriorações é induzida por reações químicas ao invés de microrganismos.

De acordo com Goula e Adamopoulos (16), o aumento da DE leva a um aumento no teor de umidade do pó e atividade de água, no entanto quanto menor o teor de umidade e atividade de água, menos pegajoso é o pó. Isto pode ser devido ao fato de que as maltodextrinas com alto teor de DE como mostra na tabela acima na maltodextrina A (17,0-19,9) desenvolvem viscosidade mais lentamente e atingem um estado de não adesão mais lentamente do que as maltodextrinas com baixo teor de DE como a maltodextrina B (5,0-9,0). As densidades obtidas para a acerola em pó foram menores ( $0,66 \pm 0,02$  e  $0,61 \pm 0,00$ , respectivamente para o uso de Maltodextrina A e B em relação ao encontrado por Oliveira

et al. (7), (1,38g/cm<sup>3</sup>) para o pó da pitanga formulada com 15 % de maltodextrina com processo de secagem por aspersão. Resultados inferiores foram encontrados por Francisoni et al. (27), ao estudarem as propriedades físicas do suco de maracujá com adição de maltodextrina, desidratado em secador por aspersão, que variou de 0,38 a 0,57 g/cm<sup>3</sup>. Porém Domingues et al. (28), encontraram resultados variados para o suco de abacaxi com adição de maltodextrina, também desidratado em secador por aspersão, que variou de 0,55 a 0,62 g/cm<sup>3</sup>. Cavalcante et al. (12), em estudos com desidratação de polpa de graviola, justificando que as médias das densidades utilizando maltodextrina aumentam o teor de sólidos totais e reduzem o teor de umidade do material a ser desidratado, facilitando a obtenção de pós com menor teor de umidade que tendem a ser menos densos que pós com teor de umidade maior, uma vez que há menor presença de água em sua composição.

A seguir, na Tabela 3, serão apresentados os percentuais referentes ao rendimento e perda de vitamina C para as misturas de polpa de acerola com Maltodextrina A e B após secagem via spray dryer.

Tabela 3. Rendimento e perda de vitamina C após a secagem via spray dryer do suco de acerola com adição de materiais de parede, maltodextrina A e maltodextrina B

	MALTODEXTRINA A	MALTODEXTRINA B
Rendimento %	29,34 ± 0,01 <sup>b</sup>	69,64 ± 0,11 <sup>a</sup>
Perda de vitamina C %	17,20 ± 0,00 <sup>a</sup>	12,26 ± 0,01 <sup>b</sup>

Valores da mesma linha acompanhado por letras minúsculas diferentes apresentam diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ).

O rendimento no processamento das diferentes soluções da acerola em pó, obtido em spray dryer foi de 29,34 e 69,64 %, respectivamente para os tratamentos utilizando Maltodextrina A e B. Almeida (2017), encontrou resultados próximos aos da maltodextrina B que variou de 59,51 a 64,15 % para a secagem do suco de laranja em spray dryer com adição de maltodextrina. Já Andrade et al. (29), verificou a variação de 23,37 a 62,83 % para a secagem do suco de jabuticaba em spray dryer com adição de maltodextrina.

É possível observar que a secagem que gerou o melhor rendimento foi a maltodextrina B, com DE 5,0-9,0. Segundo Tonton (25), quanto menor a DE da maltodextrina, mais próximas serão as propriedades dela em relação ao amido, com menor solubilidade, menor quantidade de açúcar e maior temperatura de transição vítrea (T<sub>g</sub>), diminuindo a probabilidade de aglomeração do pó obtido, gerando maiores rendimentos. A T<sub>g</sub> consiste em uma mudança do sistema do estado amorfo (estado vítreo) para o estado gomoso. O estado gomoso caracteriza-se por uma solução de baixa viscosidade resultando em mudanças estruturais como o fenômeno de aglomeração, adesão a câmara durante o processamento e, com o tempo, podendo alcançar o empedramento (30). Em geral, a temperatura de transição vítrea dos alimentos ricos em açúcar é tão baixa, que a secagem destes produtos puros não é viável economicamente. Dessa maneira, é necessária a utilização

de um material de parede com alto peso molecular e alta temperatura de transição vítrea ao produto a ser atomizado (25).

Em relação a perda de vitamina C, existe uma vasta literatura que comenta a respeito da oxidação química do ácido ascórbico. Temperaturas muito elevadas por exemplo, podem ocasionar uma perda mais acentuada de vitamina C, pois o ácido ascórbico se trata de um composto termolábil e muito sensível (31;32;33).

Além disso, matérias de parede com menor DE, podem também proteger de substâncias sensíveis a altas temperaturas e proteger os compostos bioativos (como a vitamina c) das frutas da oxidação. Esses materiais de parede se comportam como uma cápsula protetora, isolando o pó, a fim de estabilizar e proteger de agentes externos, como o oxigênio, a luz e entre outros fatores (34). Em relação a isso, temos como resultado de menor percentual de perda da vitamiãna C, a maltodextrina B, com apenas 12, 26 % de perda. Os valores encontrados por Tanaka (2), em estudo realizado no suco de acerola atomizado com adição da maltodextrina após 90 dias mostraram que a perda de ácido ascórbico foi de 5,61%, comparando com análise feita com o produto liofilizado sem adição do material de parede que foi de 22,52%. Isso só enfatiza que a ausência de um material de parede promovendo proteção ao material pode levar à diminuição da estabilidade do produto final e, portanto, a perdas bem maiores de ácido ascórbico.

No entanto, vimos que essas duas variáveis podem ser inversamente proporcionais, ou seja, à medida que esses aditivos ou também chamados de material de parede possuem propriedades que protegem a vitamiãna C do material durante a secagem acarretando em menor perda de vitamiãna C, o mesmo pode também favorecer para maior rendimento do produto desidratado.

## CONCLUSÕES

Após a realização do presente estudo, concluiu-se que foi possível há viabilidade para secagem em spray dryer do suco de acerola com o uso de diferentes maltodextrinas como material de parede, no qual apresentaram resultados bastante satisfatórios.

O uso da maltodextrina com uma dextrose equivalente (DE) menor, revelou rendimentos elevados em torno de 69 % para a Maltodextrina B. Apesar das perdas existentes no processo de spray dryer os produtos apresentaram alto teor de vitamina C, visto que as propriedades do suco in natura em relação a vitamina C foram conservadas em sua grande maioria, porém, a acerola em pó que teve menor retenção de vitamina C foi a obtida com uso da maltodextrina B (12,26 %). Propriedades relacionadas com a conservação do produto (umidade, atividade de água e densidade) apresentaram baixos valores, evidenciando que este é um produto com elevada estabilidade durante o armazenamento, ou seja, melhor será considerado um produto em pó.

Maltodextrinas com diferentes DE refletem em resultados opostos, assim, quanto mais baixo o valor da DE, mais eficiente é para a secagem via spray dryer de suco de acerola. Portanto, a Maltodextrina B, com DE 5,0 - 9,0 apresentou melhores resultados comparados com a Maltodextrina A, com DE 17,0 – 19,9.

## REFERÊNCIAS







1. Freitas CAS et al. Acerola: Produção, Composição, Aspectos Nutricionais e Produtos. R. Bras. Agrocência, 2006. 4:395-400.
2. Tanaka DL. Influência da desidratação por spray drying sobre o teor de ácido ascórbico no suco de acerola (*malpighia ssp*) [Mestrado em alimentos e Nutrição]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista; 2007.
3. Karam MC et al. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable powders: A review. *Journal of Food Engineering*. 2016; 188:32-49.
4. Machado IP et al. Secagem em leito de jorro da mistura de graviola e leite: avaliação dos efeitos das variáveis de operação sobre parâmetros de produção, taxa de secagem e eficiência térmica. XXXVII Congresso Brasileiro de Sistemas Particulados. 2015, 22: 1-10.
5. Brasil A. Avaliação da qualidade físico-química de polpas de fruta congeladas comercializadas na cidade de Cuiabá-MT. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2016; 38: 167-175.
6. Dantas PVS. Influência do congelamento do suco e do fruto da laranja (*Citrus sinensis*) nas propriedades físico-química dos pós de suco obtidos por spray dryer [TCC em Engenharia Química]. João pessoa: Universidade Federal da Paraíba; 2018.
7. Oliveira FMN et al. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2006; 8: 25-33.
8. Rodriguez-Amaya DB. *A Guide to Carotenoid Analysis in Food*. Washington: ILSI Press, 2001.
9. Chitarra MIF, Chitarra AB. *Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: glossário*. Lavras:Editora UFLA; 2006.
10. Pérez-Conesa D et al. Changes in bioactive compounds and antioxidant activity during homogenization and thermal processing of tomato puree. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2009; 10:179-188.
11. Santos AAC et al. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer. *Revista Ciência Agronômica*. 2014; 45: 508-514.
12. Cavalcante CEB et al. Evaluation of the drying parameters of soursop pulp powder obtained by drying in a spray dryer. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2017; 20: 1-8.
13. Vilar SBO. Isoterma de Sorção de uva arra 15 @ desidratada e armazenada em diferentes embalagens. Congresso internacional da Agroindústria, 2020.
14. Oliveira BLC et al. Microencapsulamento de compostos bioativos extraídos do resíduo do processamento da graviola (*Annona muricata L.*). *International Symposium on Technological Innovation*. 2018; 1:327–331.
15. Adhikari B. et al. Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. *Journal of Food Engineering*. 2004; 62: 53–68.
16. Goula AM, Adamopoulos KG. Effect of maltodextrin addition during spray drying of tomato pulp in dehumidified air: I. Drying kinetics and product recovery. *Drying Technology*. 2008; 26: 714–725.

17. Vieira TRR. Determinação da melhor condição de armazenamento de suco misto de umbu e acerola atomizado [TCC em Economia doméstica]. Recife: Universidade Federal Rural De Pernambuco; 2019.
18. Garcia VAS et al. Estabilidade da vitamina C em pós de acerola e camu-camu obtidos por spray drying. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2020; 23: 1-13.
19. Wang X, Yuan Y, Yue T. The application of starch-based ingredients in flavor encapsulation. *Starch-Stärke*. 2015; 67: 225-236.
20. Amorim LC, Carlos MC, Thebas AMM. Prática medindo o teor de umidade de alimentos. *Revista Univap*. 2016; 22: 635.
21. Silva JME. Polpa mista de acerola (*Malpighia emarginata D. C.*) e ceriguela (*Spondias purpurea L.*) obtida por diferentes métodos de secagem [Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos]. Recife: Universidade Federal Rural De Pernambuco; 2018.
22. Shishir MRI, Chen W. Trends of spray drying: A critical review on drying of fruit and vegetable juices. *Trends in Food Science & Technology*. 2017; 65: 49-67.
23. Almeida TC, Silva VA, Ferreira HS. Efeito do agente carreador na obtenção e caracterização do suco da laranja (*citrus sinensis*) por atomização. *Research, Society and Development*. 2021; 10:1-17.
24. Ferrari CC, Ribeiro CP, Aguirre JM. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2012; 15: 157-165.
25. Tonon, RV. Secagem por atomização do suco de açaí: Influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto [Doutorado em Engenharia de Alimentos]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 2009.
26. Tonon RV, Brabet C, Hubinger MD. Influence of drying air temperature and carrier agente concentration on the physicochemical properties of açaí juice powder. *Food science and technology*. 2009; 2:444-450.
27. Barbosa SJ. Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por spray drying [Mestrado em Produção Vegetal no semiárido]. Janaúba: Universidade Estadual de Montes Claros; 2010.
28. Francisoni AD et al. Influência da concentração de maltodextrina e velocidade de atomização sobre as propriedades físicas do suco de maracujá desidratado. *Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2002.
29. Domingues A. et al. Caracterização das propriedades físicas do suco de abacaxi (*Ananás comosus*) em pó desidratado por spray dryer otimizado através de análise de suporte de superfície de resposta. *Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2002; 1:1717-1720.
30. Andrade GB. Uso de diferentes metodologias na secagem da jabuticaba e seus impactos nos compostos bioativos [Mestrado em Engenharia de Alimentos]. Patos de Minas: Universidade Federal De Uberlândia; 2022.
31. Leite JTC, Murr FEX, Park KJ. Transições de fases em alimentos: influência no processamento e na armazenagem. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*. 2005; 7: 83-96.
32. Patil G, Raghavarao KSMS. Integrated membrane process for the concentration of anthocyanin. *Journal of food engineering*. 2007; 78:1233-1239.
33. Kechinski CP et al. Degradation kinetics of anthocyanin in blueberry juice during thermal treatment. *Journal of food Science*. 2010; 75: 173-C176.
34. RAstogi NK. Opportunities and challenges in application of forward osmosis in food



- processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2016; 56: 266-291.
35. Santana AA et al. Influence of different combinations of wall materials on the microencapsulation of jussara pulp (*Euterpe edulis*) by spray drying. *Food chemistry*. 2016; 212: 1-9.

## DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE SORVETES DE CUPUAÇU (*THEOBROMA GRANDIFLORUM*) COM PITAYA (*HYLOCEREUS COSTARICENSIS*) ZERO LACTOSE

Gisele Rodrigues de Sousa ; Mohana Reis Sirqueira ; Maria Beatriz Martins Conde ; Inês Clarissa Gomes Sousa ; Sabrina Baleixo da Silva ; Bruna Almeida da Silva 

<sup>1</sup> Graduada em Tecnologia de Alimentos – Universidade do Estado do Pará - UEPA

<sup>2</sup> Graduanda em Tecnologia de Alimentos - Universidade do Estado do Pará - UEPA

<sup>3</sup> Mestranda em Tecnologia de Alimentos – Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

<sup>4</sup> Mestranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal de Viçosa UFV

<sup>5</sup> Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Pará – UFPA

<sup>6</sup> Docente - Universidade do Estado do Pará – UEPA

**Resumo:** O sorvete é uma sobremesa saborosa que pode ser fonte de qualidade nutricional e funcional. O objeto desta pesquisa foi elaborar três formulações de sorvete de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pitaya (*Hylocereus costaricensis*) zero lactose e analisar as suas propriedades físico-químicas. As três formulações do produto foram registradas e calculadas pelo sistema Markup índice aplicado sobre custo de um produto, considerando sua margem de lucro e o custo unitário da produção, a determinação da composição nutricional foram calculados considerando valores diários de referência de nutrientes (vdr) de declaração baseada na dieta de 2000 kcal – 8400 kJ. As análises físico-químicas foram verificadas quanto aos parâmetros de açúcares redutores nas seguintes formulações F1 4,07 ± 0,14, para a formulação F2 4,48 ± 0,02 em relação à formulação e F3 foi de 9,8 ± 0,80 de redutores, pH com valores de 3,57 ± 0,03 para F1, 4,40 ± 0,02 para F2 e 8,73 ± 0,63 para F3, sólidos solúveis (°Brix) variação nos teores de sólidos solúveis, com valores de 3,50 ± 0,03 para F1, 4,40 ± 0,00 para F2 e 8,06 ± 0,89 para F3, umidade F1 foi de 12,21 ± 4,80, as formulações F2 e F3 apresentaram teores de umidade de 11,76 ± 0,28 e 11,38 ± 1,11, respectivamente. Tais resultados demonstraram que esse produto possui baixo custo de fabricação, e aliado a isso configura-se como alternativa alimentar para intolerantes à lactose, dentre outros indivíduos que buscam uma alimentação diversificada.

**Palavras-chave:** alimentação; qualidade; sorvete.

## INTRODUÇÃO

O sorvete é um gelado comestível muito apreciado pela população principalmente por apresentar em sua composição nutrientes essenciais à saúde do consumidor, como suas propriedades funcionais, fibra alimentar e dependendo da matéria prima pode ser um potencial fonte de antioxidantes naturais. Além disso, existem uma variedade de sabores de sorvete com polpa de fruta tropical inserida no mercado consumidor, como pitaya, cupuaçu, coco, abacaxi e entre outros [16].

De acordo com a legislação brasileira vigente, Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005, da (ANVISA) Agência Nacional da Vigilância Sanitária [5], sorvetes entram na categoria de “gelados comestíveis” são os produtos elaborados basicamente com leite ou derivados lácteos e ou gordura comestíveis, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares como polpa de frutas. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias do setor de sorvetes ABIS [1], cerca de 10 mil empresas ligadas ao setor de gelados de frutas ou Sorbets, sendo que 92%, são formadas por micro e pequenas empresas [18, 25].

Com o passar dos anos, o processo de fabricação de sorvete passou por transformações inovadoras, com o objetivo de melhorar as características sensoriais, valor nutricional e funcional. Neste contexto, é importante ressaltar os estudos atuais sobre desenvolvimento de formulações inovadoras, para atender o público cada vez mais exigente. Além disso, os frutos como a pitaya e o cupuaçu vem se tornando popular na indústria alimentícia, principalmente por suas características sensoriais e nutricionais [4].

De acordo com [2], a região amazônica é rica em biodiversidade, onde destacam-se fruteiras nativas que possuem representatividade no Estado do Pará, como o cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*), fruto conhecido por seus inúmeros benefícios à saúde, o cupuaçu vem ganhando espaço no mercado, devido suas propriedades sensoriais, nutricionais e aplicabilidade nos processos de obtenção de sucos, cremes, doces e sorvetes. Segundo [29], a polpa do cupuaçu é rica em ácidos graxos oleico (41%); esteárico (32%); palmítico (7,5%); eicosanoico (10%); linoleico (4,6%).

Assim, como o cupuaçu a pitaya (*Hylocereus costaricensis*), tem ganhado atenção em todo mundo, e também no Brasil em função de suas propriedades sensoriais, atrativas quantidades de compostos nutritivos e funcionais, como betacianina, polifenóis, fibra e potássio [21]. Estudos comprovam que a fruta contribui para o emagrecimento por apresentar baixas calorias. É rica em fibras, protege as células do organismo, pois é rica em antioxidantes e previne contra o câncer, promove a digestão devido a presença de sementes na polpa que contém ácidos graxos essenciais como os ômega 3 [10].

Raramente encontra-se sorvetes no mercado destinado aos consumidores com intolerância à lactose, tal fato leva esse público a não consumir esse produto que em sua composição contém leite, como no caso dos sorvetes. Conforme [3], a lactose ou hipolactasia é uma patologia comum que ocorre pela incapacidade de digerir o dissacarídeo lactose devido à deficiência ou ausência da enzima  $\beta$ -galactosidase, popularmente conhecida como lactase.

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite, a sua constituição é formada por dois monossacarídeos, glicose e galactose, caracterizando um dissacarídeo. Sendo assim, por conta desses carboidratos uma parcela da população não consome produtos que contenha a enzima  $\beta$ -galactosidase em suas formulações principalmente por causa dos efeitos

negativos que essa enzima causa, que são problemas gastrointestinais, desconfortos, náuseas, cólica, flatulência, diarreia [3.]

O objeto desta pesquisa foi elaborar três formulações de sorvete de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e pitaya (*Hylocereus costaricensis*) zero lactose e analisar as suas propriedades físico-químicas e seu custo.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção das matérias-primas

O cupuaçu e a pitaya e os demais materiais, como leite UHT zero lactose, glucose de milho, liga neutra, bebida de coco, bebida de soja e emulsificante foram adquiridos no comércio local do município de Marabá, Pará, Brasil. As frutas foram lavadas e higienizadas com hipoclorito de sódio (100 ppm por 10 minutos), em seguida, foram despulpadas, pesadas em uma balança digital (SHIMADZU®, Brasil) com precisão de 0,01g e capacidade máxima de 220g no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade do Estado do Pará, campus VIII/Marabá-PA. Em seguida foram congeladas e armazenadas a -18 °C em sacos de polipropileno lacrados para posterior uso nas formulações dos sorvetes.

### Elaboração dos sorvetes

Para o preparo dos sorvetes ocorreu o congelamento das polpas de frutas (polpa de cupuaçu e polpa de pitaya), após o congelamento as polpas foram trituradas em batedeira (MUNDIAL®), depois dessa primeira mistura houve a separação de três amostras de polpa, na qual a primeira foi elaborada somente com leite UHT zero lactose, a segunda com leite UHT zero lactose e bebida de coco e a terceira com leite UHT zero lactose e bebida de soja.

Após o congelamento as três respectivas amostras foram cortadas e combinadas com os demais ingredientes que foi o leite UHT zero lactose, o ligante neutro e a glucose de milho foram batidos no liquidificador por três minutos. A mistura resultante foi então congelada a -18 °C. Essa mistura foi novamente homogeneizada em um misturador por 12 minutos.

Os sorvetes foram armazenados em recipientes de polipropileno com tampa e mantidos em freezer a -18 °C. Foram elaboradas três formulações com sabor de cupuaçu e pitaya: A formulação F1 contendo todos os ingredientes. Na formulação F2 foram utilizados todos os ingredientes, exceto a bebida de soja, na formulação F3 foram adicionados todos, exceto a bebida de coco. A elaboração do sorvete foi feita de acordo com a metodologia de [9], como descrito na Tabela 1.

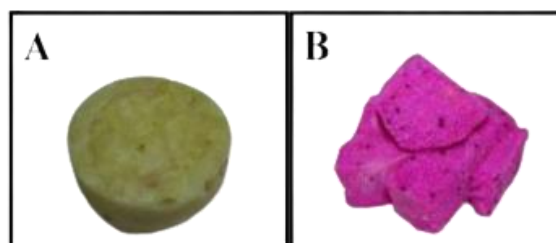
**Tabela 1-** Formulação dos sorvetes de cupuaçu com pitaya zero lactose.

Ingredientes	Formulações%		
	F1	F2	F3
Polpa de cupuaçu	25,00	25,00	25,00
Polpa de pitaya	25,00	25,00	25,00

Leite líquido zero lactose	26,00	26,00	26,00
Bebida de coco	8,00	18,40	-
Bebida de soja	10,40	-	18,40
Emulsificante	0,25	0,25	0,25
Liga neutra	0,15	0,15	0,15
Glicose	5,20	5,20	5,20

Fonte: autoras (2024)

Nas figuras 1 e 2 estão ilustradas a polpa de cupuaçu e pitaya utilizado no desenvolvimento do sorvete, assim como na figura 2 está demonstrada a preparação do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose com sua pigmentação natural avermelhado característico da polpa.



Fonte: autoras (2024)

**Figura 1** - (A) Polpa de cupuaçu e (B) Polpas de pitaya utilizadas na elaboração do sorvete.

### Custo

O custo do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose foi calculado de acordo com o valor de cada ingrediente utilizado na formulação, considerando um rendimento de 1,5 litros de sorvete. Os dados obtidos do produto foram registrados e calculados pelo sistema Markup, índice aplicado sobre custo de um produto, considerando sua margem de lucro e o custo unitário da produção.

### Composição nutricional

Os dados foram avaliados através do Regulamento Técnico Nutricional de Alimentos Embalados da resolução-RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003 [6]. Determina que a porção é a quantidade média do alimento que deve ser consumida por pessoas saudáveis, maiores de 36 meses, em cada ocasião de consumo, com a finalidade de promover uma alimentação saudável. Assim, o cálculo do valor energético e nutrientes foi a quantidade de valor energético a ser declarado. Para a determinação da composição nutricional de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras trans, fibra alimentar, e sódio, a porção de 22 gramas, de sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose, foram calculados considerando valores diários de referência de nutrientes (vdr) de declaração baseada na dieta de 2000 kcal – 8400 kJ. O cálculo foi realizado utilizando o software do sistema profissional em conformidade com as normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA),

seguindo o programa de tabela e ficha nutricional técnico conforme estabelecido na Resolução ANVISA RDC 360/03. Esta resolução dispõe sobre o Regulamento Técnico Sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatório a rotulagem nutricional baseada nas regras estabelecidas com o objetivo principal de beneficiar o consumidor e evitar obstáculo técnico ao comércio.

#### Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Alimentos da Universidade de Estado do Pará Campus VIII, do município de Marabá-PA. O sorvete foi caracterizado com relação aos parâmetros de umidade, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix), açúcar redutores totais, de acordo com metodologia do [17].

#### Análise estatística

Para as análises físico-químicas foram feitas média e desvio padrão utilizando o Excel (2010)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Custo

Para tanto, a produção do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose foi estimar o custo geral do produto e que o mesmo, tivesse em sua produção menor custos, tendo em vista que é um alimento funcional. Dessa forma, os ingredientes totais não totalizaram 1,5 litros. Para [13], isso justifica-se devido a preparação do sorvete ocorrendo a expansão do volume final por conta da incorporação de ar, o que resultou nesse quantitativo.

O custo médio estimado para esse novo produto foi de R\$27,80 para consumo de 1,5 L, o equivalente de venda unitária foi de R\$5,71. Os valores estão dispostos na tabela 2.

**Tabela 2** - Custo do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose\*

<b>Custo</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Custo dos ingredientes	R\$ 2,57
Custo extras	R\$ 0,00
Ingredientes + extras	R\$ 2,57
Preço de venda da produção	R\$ 5,71
Preço de venda por Kg	R\$ 27,80
Preço de venda unitária	R\$ 5,71

\*Quantidade de ingredientes para elaboração de 1,5 L de sorvete.

Fonte: autoras (2024)

Como ressaltar [13] em seu trabalho de desenvolvimento e análise sensorial de sorvete de morango enriquecido com suplemento proteico que em comparação com os sorvetes disponíveis no mercado que contêm características similares ao do presente estudo, observou-se um valor bem mais acessível, visto que a média encontrada no mercado brasileiro foi de R\$ 79 por litro; ou seja. Deve-se também considerar que todos os ingredientes foram comprados em varejo; isto é, possuem um custo mais elevado se produzido em quantidade industrial, o que confirma a vantagem financeira com essa produção.



### Tabela Nutricional

Segundo [31], para que um alimento seja considerado fonte de compostos importantes para a saúde (minerais e vitaminas), ele deve prover, em cada 100 g ou porção, pelo menos 15% da IDR (Ingestão Diária Recomendada) do composto. E para ser considerado rico ou de alto teor, cada 100 g deverá conter, no mínimo, 30% da IDR, existindo regras diferenciadas para teores de fibras alimentares e ácidos graxos classificados como funcionais. Segundo esse critério, o sorvete zero lactose pode ser considerado fonte de fibras e proteínas entre outras. Nessa situação, a polpa de (*Theobroma grandiflorum e Hylocereus costaricense*) pode ser considerada rica em ferro, fósforo e cobre, e fonte de magnésio e zinco.

Na Tabela 3 está demonstrada a composição do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose, e quantidade por porção, assim como os valores diários de referência (%VD), considerando uma porção de 60 gramas.

**Tabela 3** - Formulação dos sorvetes de cupuaçu com pitaya sem lactose

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção 60g (1 bola)		% VD*
Valor energético	44 kcal=18,4 kJ	2
Carboidratos	6,2 g	2
Proteínas	1,2 g	2
Gorduras Totais	1,3 g	2
Gorduras Saturadas	1,0 g	5
Gorduras trans	0	**
Fibras alimentares	0,6 g	2
Sódio	17 mg	1

\*Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000kcal ou 8400kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\*VD não estabelecido.

Fonte: autoras (2024)

A princípio objetivo de modificar a formulação do sorvete acrescido com frutas, é que o mesmo gere um produto com textura sensorial agradável, sabor remetente ao característico da fruta através da melhoria na estrutura física do sorvete, sendo que a palatabilidade é um fator relevante em sua escolha enquanto alimento. As proteínas das frutas auxiliam na textura do sorvete bem como são ricas em vitamina A e vitamina C; vitamina B1, B2, B3, aminoácidos e polifenóis entre outros [14].

As fibras alimentares podem ser utilizadas como substituto de gordura e açúcar nos produtos alimentícios, elas são responsáveis em vários efeitos positivos, como normalização do intestino. Para tanto a utilização de fibras na substituição de gordura, é relevante empregar frutos nativos como o cupuaçu no desenvolvimento de sorvetes, pois oferecem um alto valor nutritivo, além de atrativos sensoriais como cor, sabor, aromas peculiares e intensos [8].

Às características nutricionais do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose, em uma dieta equilibrada e adequada, fornece nutrientes como ômega-3, magnésio, triptofano, que propiciar efeitos benéfico a saúde dos indivíduos intolerantes à lactose, diabéticos,

dislipidêmicos e celíacos. Dessa forma, esses nutrientes são fundamentais para conter o desajuste alimentar que provoca um quadro de desmotivação, preguiça e que deixam as pessoas mais vulneráveis para adquirir a depressão [19].

### Análises físico-químicas

Os resultados encontrados na Tabela 4 apresentam a composição centesimal do sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose empregada neste trabalho.

**Tabela 4** - Características físico-químicas de sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose

Parâmetros	F1%	F2%	F3%
Açúcar Redutores	4,07 ± 0,14	4,48 ± 0,02	9,80 ± 0,80
pH	3,57 ± 0,03	4,40 ± 0,02	8,73 ± 0,63
Sólidos Solúveis	3,50 ± 0,03	4,40 ± 0,00	8,06 ± 0,89
Umidade	12,21 ± 4,80	11,76 ± 0,28	11,38 ± 1,11

Médias seguidas de desvio padrão (n = 3); F1: Sorvete com 8% de bebida de coco e 10, 40% de bebida de soja; F2: Sorvete com 18,40% de bebida de coco; F3: Sorvete com 18,40% bebida de soja.

Fonte: autoras (2024).

Para as análises de açúcares redutores realizadas neste estudo, os valores registrados na formulação F1 foram de 4,07 ± 0,14. Este resultado demonstra uma proximidade com os achados de [30], os quais, em suas investigações físico-químicas sobre açúcares redutores em sorvete de abacate com cacau, obtiveram uma média de 4,6%, indicando uma similaridade com o teor encontrado na formulação F1 deste trabalho. Da mesma forma, [15] reportou em seu estudo sobre sorvete com polpa de tamarillo um teor de açúcar de 4,31%, próximo ao valor de 4,48 ± 0,02 obtido para a formulação F2. Em relação à formulação F3, o valor encontrado foi de 9,80 ± 0,80. Este resultado assemelha-se aos achados de [27], que investigou sorvetes elaborados com adição de polpa de manga e registrou um teor de açúcar de 9,77 ± 0,20, indicando similaridade entre as formulações F3 e os sorvetes estudados por [27].

O pH médio apresentou variação entre as formulações, com valores de 3,57 ± 0,03 para F1, 4,40 ± 0,02 para F2 e 8,73 ± 0,63 para F3. Em comparação com estudos anteriores, como o de [23], que encontraram um pH de 3,65 em sorvetes de kefir com croatá e mel, observa-se que a F1 se assemelha mais a esses valores. Por outro lado, [30] determinaram um pH de 6,48 ± 0,02 a 6,50 ± 0,02<sup>a</sup> em sorvetes com adição de ora-pro-nóbis e inulina, valores significativamente diferentes de F2. [26] Ao analisar o pH de 8,00% para os sorvetes veganos saborizados com açaí determinaram valor próximo a F3. Essas discrepâncias entre as formulações podem ser atribuídas à inclusão da bebida de soja, que possui um pH de 6,6. No cenário regulatório, até o momento, não há critérios estabelecidos para o pH em sorvetes, conforme observado por [29], o que permite variações de acordo com os ingredientes utilizados, como leite animal ou bebida vegetal, e outras condições variáveis.

Neste estudo, as formulações apresentaram variação nos teores de sólidos solúveis, com valores de 3,50 ± 0,03 para F1, 4,40 ± 0, 00 para F2 e 8,06 ± 0,89 para F3. Essas variações podem ser atribuídas à composição das formulações, especialmente à presença de polpa de cupuaçu, a qual é conhecida por conter no mínimo 9° Brix [7]. Segundo [11], em sua análise de sorvetes artesanais elaborados com polpa de cupuaçu (*Theobroma*

glandlorum), os teores médios de sólidos solúveis variaram entre 9,2% e 12,2%. Assim, os resultados obtidos neste estudo sugerem que o sorvete elaborado com polpa de cupuaçu e pitaya sem lactose encontra-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira em relação aos sólidos solúveis.

O teor de umidade de F1 foi determinado como sendo de  $12,21 \pm 4,80$ . [24] Ao investigarem sorvete com incorporação de ômega 3 e farinha de casca de jaboticaba, obtiveram um valor de 12,6% para o teor de umidade, o que demonstra uma proximidade com os resultados deste estudo em relação à formulação F1. Por outro lado, as formulações F2 e F3 apresentaram teores de umidade de  $11,76 \pm 0,28$  e  $11,38 \pm 1,11$ , respectivamente, com uma variação mínima entre elas. Segundo [22], a adição de bebida de coco em F2 e de bebida de soja em F3 pode ter contribuído para manter os valores do parâmetro de umidade próximos entre as formulações correspondentes.

## CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que o sorvete de cupuaçu com pitaya zero lactose apresentou resultados favoráveis, destacando-se a influência das polpas de frutas utilizadas nas características físico-químicas dos sorvetes. Além disso, observou-se que o produto apresentou teores significativos de valor energético, enquanto seu custo de venda unitário se posicionou abaixo dos sorvetes disponíveis no mercado. Diante disso, sugere-se que estudos futuros incluam análises mais detalhadas não apenas do produto, mas também das polpas de frutas, visando comparar e confirmar o potencial desses ingredientes na elaboração de sorvetes.

## REFERÊNCIAS

1. ABIS - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE SORVETE: Sorvete movimentou R\$ 13 bilhões em 2019. [Internet]. ABIS; 2020 Sep 23 [cited 2021 Sep 10]. Available from: <https://www.abis.com.br/sorvete-movimentou-r-13-bilhoes-em-2019/>.
2. Alves Rafael Moysés, Chaves Saulo Fabrício da Silva, Oliveira Raimundo Parente de. Valor produtivo e adaptativo de progênies de cupuaçuzeiro na microrregião de Tomé-Açu. Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E). 2021;:1-32.
3. Batista Raíssa Aparecida Borges, et al. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. *Ciencia e Saude Coletiva*. 2018;23(12):4119–4128.
4. Bastistini Roberta, et al. HAV detection from milk-based products containing soft fruits: Comparison between four different extraction methods. *International Journal of Food Microbiology*. 2020;328:108661.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução-RDC N° 266, de 22 de setembro de 2005.: Dispõe sobre o Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto 3.029, de 16 de abril de 1999, c/c do Art. 111, inciso I, alínea “b” § 1º do Regimento Interno aprovado pela Portaria n° 593, de 25 de agosto de 2000, republicada no DOU de 22 de dezembro de 2000, em reunião realizada em 29, de agosto de 20; [cited 2021 Oct 26]; Available from: [bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0266\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0266_22_09_2005.html).

6. BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução- RDC N°360, de 23 de dezembro de 2003.: Regulamento Técnico da ANVISA sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados.; [cited 2021 Oct 26]; Available from: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0360\\_23\\_12\\_2003.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0360_23_12_2003.html).
7. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária: stabelece em todo o território nacional a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa de Fruta, tendo em vista o disposto na Lei n° 8.918, de 14 de julho de 1994 e no Decreto n° 6.871, de 4 de junho de 2009. Diário Oficial [da] República Federal do Brasil.; [cited 2021 Oct 26]; Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=367750>.
8. Carlos Suellen Aparecida Vinci, et al. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. Evidência. 2019;19(1):23-44.
9. Czaikoski A, et al. Preparation of ice cream with addition of mango (Tommy Atkins) pulp. *Ambiência. Revista Ambiência.* 2016;12(4):785-794.
10. Demes Helena. Conheça os principais benefícios da pitaya para a saúde: CEASA [Internet]. Secretaria do Desenvolvimento Agrário; 2020 [cited 2021 Sep 10]. Available from: <https://www.sda.ce.gov.br/2020/11/24/conheca-os-principais-beneficios-da-pitaya-para-a-saude/>.
11. De Paula Nelio Ranieli Ferreira, et al. Agregação de valor ao *Theobroma grandiflorum* pela elaboração de sorvete artesana. *Research, Society and Development.*, 2022;11(10):55-62.
12. Dos Santos Dayanne Bentes, et al. Desenvolvimento e caracterização de doces de leite bubalino pastosos saborizados com doces de bacuri e Cupuaçu. *Brazilian Journal of Development.* 2020;6(8):56917-56935.
13. Duarte Yasmin Gonçalves, et al. Desenvolvimento e análise sensorial de sorvete de morango enriquecido com suplemento proteico (Whey Protein Isolado): um estudo experimental analítico. *Brazilian Journal of Development.* 2021;7(8):85185-85200.
14. Fernandes Rita de Cassia de Souza, et al. Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete de iogurte (frozen) funcional com biomassa de banana verde e frutas vermelhas. *Uningá Review.* 2017;30(2).
15. Fernandinho Cláudia Maciel, et al. Propriedades físico-químicas da polpa de tamarillo (*Solanum betaceum*) e sua aplicabilidade na elaboração de sorvetes. *Brazilian Journal of Food Technology.* 2021;24:2020090.
16. Goraya Rajpreet Kaur, Bajwa Usha. Intransience of functional components and distinctive properties of amla (Indian gooseberry) ice cream during short-term storage. *Journal of food science and technology.* 2018;55(5):1746-1755.
17. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 2018;
18. Lanes Karoline Goulart, et al. Apêndice c estratégias de promoção da saúde do escolar a partir da abordagem de temas geradores. educação nutricional através do processo de ensino aprendizagem baseado na metodologia da problematização [Tese ( Doutorado em Educação em Ciências)]. [place unknown]: Universidade Federalç de Santa Maria, Rio Grande do Sul; 2015.
19. Lira Sandra Machado, et al. Metabolic profile of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (FAC Weber) Britton & Rose) by UPLC-QTOF-MSE and assessment of its toxicity and anxiolytic-like effect in adult zebrafish. *Food Research International.* 2020;127:108701.

20. Lustosa Evaldo, Lima Ronaldo Nunes. Mportância da enfermagem frente à assistência primária ao aleitamento materno exclusivo na atenção básica. *Revista Brasileira Interdisciplinar de Saúde*. 2020;2(2):93-7.
21. Matos Robert S, et al. 3D micromorphology evaluation of kefir microbial films loaded with extract of Amazon rainforest fruit Cupuaçu. *Micron*. 2021;142:102996.
22. Messa Sabrina Pereira, et al. Desenvolvimento de Alimento Probiótico de Leite de Coco Sem Açúcar Adicionado. *Revista Contexto & Saúde*. 2019;19(37):52-58.
23. Marques Auricélia Nascimento, et al. Elaboração de Sorvete de Kefir com Croatá (bromelia antiacantha bertol) e Mel. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*. 2023;27(1):32-36.
24. Mussinato De Silva Jet, et al. Sorvete com ômega 3 e farinha de jabuticaba. *Fag Journal of Healllthe (FJH)*. 2020;2(2):244-251.
25. Park Jung-Min, et al. Redicting shelf-life of ice cream by accelerated conditions. *Korean journal for food science of animal resources*. 2018;38(6):1216.
26. Passos De Sousa Rosinete et al. Elaboração De Sorvete Vegano Adicionado De Açai Preparación De Helado Vegano Añadido De Açai Preparation Of Vegan Ice Cream Added From Açai. 2020.
27. Rocha, Maria Vanesa Galvão. Avaliação físico-química de sorvetes elaborados com adição de polpa de manga (tommy atkins) in natura e em pó obtida por metodologia foam-mat. 2023.
28. Sousa A, et al. Cupuaçu *Theobroma grandiflorum*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2001;:4-7.
29. Santos Pedro Paullo Alves dos, et al. Desenvolvimento e caracterização de sorvete funcional de alto teor proteico com ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e inulina. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2022;25:2020129.
30. Santos Messias Passos Pedro Miguel Sousa, et al. Desenvolvimento E Aceitação De Sorvete De Abacate Com Cacau. *Avanços Em Ciência E Tecnologia De Alimentos*. 2022;6(1):102-117.
31. Viana Marcelo Libindo, et al. Informações para a composição de tabela nutricional da polpa do maracujá BRS Pérola do Cerrado. Planaltina. 2016.

## DESENVOLVIMENTO DE BEBIDA LÁCTEA FERMENTADA SABOR MEL DE CACAU

Alisson Caló dos Santos \*; Luciano Bertollo Rusciolelli ; Paulo Leonardo Lima Ribeiro .

\*Autor correspondente (Alisson Caló dos Santos) – [alissoncalo74@gmail.com](mailto:alissoncalo74@gmail.com)

**Resumo:** A utilização de subprodutos para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios tem obtido crescente interesse socioeconômico e ambiental. Bebidas lácteas fermentadas são exemplos alternativos ao aproveitamento do soro de queijo, o qual quando descartado de forma irresponsável apresenta elevado poder poluente aos efluentes, devido a sua elevada carga orgânica. Este trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar bebida láctea fermentada obtida a partir do soro do queijo frescal e adicionada de mel de cacau concentrado. Logo, o mel de cacau concentrado foi introduzido nas formulações de bebida láctea fermentada nas concentrações de 7,5%, 15%, 22,5%, 30%, 37,5%, definindo-se, portanto, 6 formulações (tratamentos), incluindo a formulação controle 0% (sem mel de cacau), sendo avaliadas as características físico-químicas e microbiológicas das formulações. No que concerne às análises físico-químicas, verificou-se uma relação diretamente proporcional entre os parâmetros ( $R^2 = 0,5524$ ;  $R^2 = 0,3031$ ;  $R^2 = 0,5122$ ;  $R^2 = 0,4489$ ;  $R^2 = 0,5412$ .) respectivamente para pH, acidez, sólidos solúveis e os teores de lipídios e proteínas. A umidade das amostras não foi afetada pela adição do mel de cacau concentrado, provavelmente devido ao processo de concentração do mel, em que há evaporação de parte de água. As análises microbiológicas para *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, bolores e leveduras não detectaram nenhuma unidade formadora de colônia, o que indica que o processamento foi conduzido de acordo com as boas práticas de fabricação. Portanto, o estudo denotou inovação e potencialidade para as cadeias produtiva do cacau e do leite, utilizando seus subprodutos para o desenvolvimento de novos produtos.

**Palavras-chave:** Bebida Láctea Fermentada; Desenvolvimento de Novos Produtos; Mel de Cacau, Soro de Queijo.

### INTRODUÇÃO



Sabe-se que os principais impactos ambientais das indústrias de laticínios estão relacionados ao lançamento dos efluentes líquidos, à geração de resíduos sólidos e emissões atmosféricas, geralmente sem nenhum tipo de controle ou tratamento. A norma BR ISO 14001 (1) anuncia que este impacto pode ser definido como “um elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”, podendo envolver, por exemplo, descarga, emissão, consumo ou reutilização de um material, ou ainda ruído emitido por uma atividade.

Ainda neste aspecto, Barbosa et al. (2) define o impacto ambiental como uma alteração no meio ou em algum de seus componentes por determinada ação ou atividade. O volume de efluentes gerados pela indústria de laticínios varia entre 1 a 10 litros para cada 1000 litros de leite e possui alto potencial poluidor ao ambiente (3). Questões ambientais, associadas à produção de soro do leite pelas agroindústrias de laticínios, impulsionam buscas por alternativas que visem tanto a preservação do meio ambiente, quanto a agregação de valor a esse coproduto (4). Neste contexto, o soro de queijo apresenta grande capacidade de utilização, por apresentar quantidades grandes que podem ser usadas com um viés mais consciente.

O soro de leite é um coproduto produzido em grande quantidade pela indústria láctea, o qual apresenta alto potencial de aplicação como matéria-prima por ser altamente nutritivo (5). Nesse sentido, as indústrias alimentícias desempenham um papel crucial na economia, e entre esses setores, o ramo de laticínios se destaca como um dos quatro principais segmentos de processamento de alimentos, conforme indicado pela Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação (6), graças à sua significativa produção de leite. Por ter alto volume de coproduto gerados, infere-se sobre a necessidade de redução da quantidade de efluentes gerados por ela, assim como a aplicação de tratamentos de seus despejos líquidos. (7).

A produção de bebidas lácteas é uma das principais opções de aproveitamento do soro de leite, destacando-se as fermentadas com características sensoriais semelhantes ao iogurte (8). Além disso, o desenvolvimento de bebidas lácteas torna-se uma opção potencial, viável e promissora aos laticínios, uma vez que pode possibilitar a redução de desperdício do soro de leite e da possível poluição produzida, quando é descartado inadequadamente no meio ambiente, contribuindo para a redução dos gastos gerados (9).

Diversos estudos visam utilizar o soro de leite em novos processos, devido aos seus nutrientes e características, o mesmo é considerado um subproduto de valor agregado, podendo ser utilizado em processos inovadores, substituindo materiais convencionais e aumentando a proteção ambiental, além de garantir renda extra aos produtores de laticínios. Este fato demonstra a importância e relevância de novas pesquisas a respeito deste material tão valioso (10).

Com os atuais esforços para fortalecimento da bioeconomia e de exploração sustentável das cadeias produtivas, há uma grande necessidade de desenvolvimento de produtos a partir do mel de cacau, de forma a evitar seu descarte e agregar renda para os produtores (11). Isso significa agregar valor a algo proveniente de uma cultura muito bem estabelecida, como é o cultivo do cacau. Apesar de a quantidade de resíduo ser significativa, o uso do mel de cacau ainda é pouco expressivo e não possui valor econômico associado, mas é altamente nutritivo pois possui açúcares fermentáveis (10-18%), ácidos não voláteis (0,77-1,52% de ácido cítrico) e pectina (0,9-2,5%) (12). Este material é atrativo do ponto de vista de seus aspectos sensorial tecnológico; entretanto, seu uso para o consumo ainda é restrito (13).

Devido ao fato de o ‘mel de cacau’ ser um subproduto ainda pouco utilizado de maneira comercial pela sua perecibilidade, busca-se assim alternativas para seu emprego (14). Logo, a aplicação tecnológica para desenvolver novos produtos a partir do mel de cacau tornou-se uma possível alternativa para uma empregabilidade em que estudos possam ser feitos a fim de agregar maior valor a este subproduto.

Dada a constante necessidade de reafirmação das empresas no mercado, o desenvolvimento de novos produtos surge como uma importante ferramenta de competição e ampliação do portfólio de mercadorias das indústrias de alimentos, seja na criação de novos produtos ou na reformulação e/ou reutilização de resíduos (15).

Diante desse contexto, é viável e estratégico a busca pela empregabilidade de novos processos tecnológicos que permita o desenvolvimento de bebida láctea fermentada com soro de queijo frescal e a adição de concentrado de mel de cacau.

Logo, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver, caracterizar e analisar físico-química e microbiologicamente uma bebida láctea fermentada produzida com soro do queijo frescal contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado, ofertando novas possibilidades de aplicação tanto para o soro quanto para o mel de cacau, de modo a agregar valor à cadeia produtiva do cacau e à cadeia produtiva do leite.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As bebidas lácteas fermentadas foram produzidas no laboratório de vegetais e no laboratório de leite e derivados no Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA) do Instituto Federal Baiano - campus Uruçuca. O leite utilizado foi proveniente de vacas do campus e de um fazendeiro local. O soro foi obtido através da produção de queijo minas frescal em aula prática ofertada ao ensino técnico em alimentos do Campus. O açúcar, leite em pó e amido de milho foram comprados no comércio local de Uruçuca-BA. O fermento foi ofertado pela instituição. O mel de cacau foi adquirido através de produção própria proveniente da cidade de Ibirapitanga-BA.

### **Produção do mel de cacau concentrado**

O mel de cacau concentrado foi processado no laboratório de vegetais no Centro de Tecnologia de Alimentos (CTA) do IF-Baiano/Campus Uruçuca. O mel de cacau foi filtrado, e posteriormente acondicionado em recipiente de aço inoxidável previamente higienizado. Por conseguinte, o produto foi submetido a aquecimento até 30 °C, quando foi adicionada a pectina em pó na proporção de 4/1000 (4 g de pectina para 1000 ml de mel de cacau). Após a homogeneização completa, o sistema permaneceu em aquecimento até levantar fervura (acima de 100 °C), e deste modo retirou-se a espuma formada. Ademais, verificou-se o ponto (formação de gel de pequena viscosidade, quando resfriado em ambiente gelado). Em seguida, o mel foi armazenado em potes previamente esterilizados e acondicionado em câmara fria de refrigeração a 5 °C por cerca de 24 horas, a fim de obtermos a sua textura gelatinosa e consequente aplicação nas bebidas lácteas fermentadas produzidas.

### **Produção da bebida láctea fermentada**

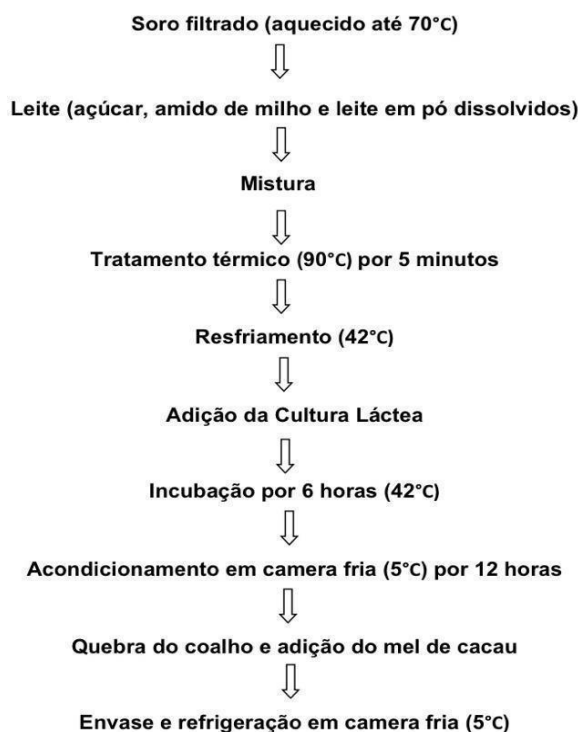
A princípio, o soro proveniente da produção do queijo minas frescal foi filtrado (Figura 1) e posteriormente submetido a tratamento térmico até atingir 70 °C, a fim de eliminar resíduos de coagulante ácido cítrico. O leite foi filtrado e acondicionado em recipiente de aço inoxidável previamente higienizado, e então foram adicionados o açúcar,

leite em pó e amido de milho até serem completamente dissolvidos. Quando o soro atingiu 70 °C foi-se adicionando o leite que tinha sido previamente adicionado dos ingredientes dissolvidos no mesmo, até chegar a 90 °C e manter por 5 minutos. Logo, o sistema foi filtrado e estabilizado em banho maria em recipientes de aço inoxidável previamente esterilizados, específicos para fermentação, até chegar à temperatura de 42 °C (temperatura ideal de multiplicação de bactérias lácticas), onde inseriu-se a cultura mista de bactérias ácido-láticas (*Streptococcus salarius* subsp. *termophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). Após isso, a bebida láctea fermentada permaneceu em incubação na fermenteira (Brasholanda) por 6 horas na temperatura de 42 °C. Posteriormente, o produto foi acondicionado na câmara fria por 12 horas a 5 °C. Por fim, procedeu-se à quebra do coalho e a saborização das bebidas lácteas fermentadas a partir da adição do mel de cacau concentrado. Por conseguinte, as bebidas foram envasadas em recipientes de plástico previamente higienizados e acondicionados em câmara fria a 5 °C.

Na tabela 1 estão apresentadas as formulações da bebida láctea com mel de cacau concentrado, sendo a variação deste último variando de 7,5% a 37,5%.

**Tabela 1:** Formulações das bebidas lácteas fermentadas (o leite e o soro de queijo frescal são a base láctea e representam 51%, os demais ingredientes são somados a partir desse valor).

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
Leite	60	60	60	60	60	60
Soro de queijo frescal	40	40	40	40	40	40
Açúcar	10	10	10	10	10	10
Leite em pó desnatado	2	2	2	2	2	2
Amido de milho	2	2	2	2	2	2
Fermento	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Mel de cacau concentrado</b>	<b>0</b>	<b>7,5</b>	<b>15</b>	<b>22,5</b>	<b>30</b>	<b>37,5</b>



**Figura 1:** Fluxograma do processo de produção das bebidas lácteas fermentadas.

**Fonte:** Autoria própria (adaptado de SOUSA, 2020).

### **Análises físico-químicas**

As análises físico-químicas de pH, acidez, sólidos solúveis e umidade das amostras de bebidas lácteas fermentadas e do mel de cacau concentrado foram realizadas no laboratório de análise de alimentos no Instituto Federal Baiano, Campus Uruçuca. As análises de proteínas e lipídios (foram realizadas na Universidade Estadual do Sul da Bahia (UESB) Campus Itapetinga).

### **pH**

As análises de pH das bebidas lácteas fermentadas foram realizadas através de um pHmêtro (Mettler toledo) de bancada previamente calibrado. Neste sentido, adicionou-se 10 mL da amostra em um béquer e procedeu-se à diluição em 100 mL de água destilada. Assim, inseriu-se o eletrodo na amostra até que o painel indicasse o valor estabilizado do pH, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) (16). Todo o processo foi realizado em triplicata com todas as amostras. Já as análises do mel de cacau concentrado foram realizadas em triplicatas através da fita de pH, em que foram inseridos na amostra e observado a cor que foi apresentada posteriormente, indicando em que faixa estava o pH.

### **Acidez em ácido láctico**

A acidez em ácido láctico foi determinada através do método de análise titulométrica, em que 10 mL da amostra foi inserida em um béquer de 50 mL acrescido de 10 mL de água destilada. Assim, o meio foi homogeneizado com o auxílio de um bastão de vidro, e então adicionou-se 5 gotas de fenolftaleína e titulou-se o sistema com a solução de hidróxido de

sódio 0,1 M, utilizando bureta de 25 mL até o aparecimento de uma coloração rósea (16). Todas foram realizadas em duplicatas. A acidez foi determinada por meio do emprego da Equação 1:

**Equação 1:**

$$V \times f \times 0,9/P = \text{de ácido láctico por cento m/v}$$

V = n° de mL de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação = n° g ou ml da amostra

0,9 = fator de conversão para ácido láctico

F = fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M

### **Sólidos Solúveis**

Os sólidos solúveis totais da bebida láctea fermentada expressos em °Brix foram obtidos utilizando um refratômetro portátil, em que aproximadamente 1 gota da amostra foi inserida sobre o prisma, de modo a permitir a visualização em um ambiente com luz natural.

Os sólidos solúveis totais do mel de cacau concentrado foram expressos em °Brix utilizando um refratômetro de bancada, em que aproximadamente 1 gota da amostra foi inserida sobre a superfície de metal do aparelho, e esperou-se a estabilização, em que posteriormente foi visualizado do LED o valor obtido da amostra.

### **Umidade**

Para obtenção da umidade, pesou-se previamente os cadinhos de porcelana vazios com o auxílio de uma balança analítica, e posteriormente procedeu-se a pesagem de 5 g da amostra aproximadamente. Quando a estufa de secagem e esterilização (modelo 320-SE) estabilizou a 105 °C, as amostras foram inseridas na mesma, permanecendo por 24 horas até a obtenção do peso constante (Equação 2) (17).

**Equação 2**

$$\% \text{ de umidade} = \text{perda de peso} \times 100 / \text{peso da amostra úmida}$$

### **Proteínas**

Para determinação do teor proteínas das bebidas lácteas foi empregado o método de Kjeldahl (16). O método consiste em três etapas: digestão, destilação e titulação. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

### **Lipídios**

Os lipídios da bebida láctea fermentada foram determinados pela metodologia adaptada do método de Gerber (butirômetro). Assim como as demais análises, a determinação de lipídios foi realizada em duplicata. A Equação 3 refere-se ao cálculo do teor de gordura:

**Equação 3**

$$\%Gd = L \times 5$$

Sendo:

**Gd:** teor de gordura da amostra, em % (m/m);

**L:** teor de gordura lido no butirômetro.

### **Análises Microbiológicas**

Todas as análises foram realizadas no laboratório de microbiologia do Instituto Federal Baiano – Campus Uruçuca, seguindo a Instrução Normativa nº 60, que estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos prontos para oferta ao consumidor, a fim de verificar se havia microbiota patogênica e/ou deteriorante na bebida láctea fermentada, e deste modo, caso não houvesse, ocorrer a liberação para a análise sensorial, assegurando o cuidado com os provadores.

#### **Salmonella spp.**

Para determinação da presença ou ausência de *Salmonella* spp., foi produzido um caldo de pré enriquecimento (37 °C/ 16 a 24 horas). O enriquecimento foi feito com caldo tetracionato e caldo rappaport (41 °C/ 24 a 30 horas), sendo que as amostras suspeitas foram submetidas ao isolamento com placas ágar *Salmonella-Shigella* (SS) com estriamento descontínuo (37 °C/ 24 horas).

#### **Coliformes totais/*Escherichia coli*/Bolores e leveduras**

A determinação de coliformes totais, *E. coli* e bolores e leveduras foram realizadas utilizando a tecnologia do petrifilm 3M. As diluições foram feitas no frasco 3M com água peptonada de 90 mL adicionando 10 mL da amostra, sendo essa primeira diluição 10<sup>-1</sup>. Após isso, transferiu-se 1 mL da diluição 10<sup>-1</sup> para um tubo contendo 9 mL do mesmo diluidor 10<sup>-2</sup>. Por conseguinte, 1 mL da diluição 10<sup>-2</sup> foi repassado para um tubo com 9 mL do mesmo diluidor, sendo esta denominada de diluição 10<sup>-3</sup>.

As placas 3M Petrifilm YM 6417 foram usadas para realizar contagem das análises de bolores e leveduras, sendo um teste rápido com incubação em BOD por 25 °C para resultado de 3 a 5 dias. As placas 3M Petrifilm EC foram utilizadas para realizar contagem de coliformes e *E. coli*, sob incubação em BOD a 35 °C por 48 horas. Com o auxílio de um difusor 3M Petrifilm, espalhou-se o volume inoculado sobre a área uniforme assim que foi colocado.

#### **Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento envolvendo a produção da bebida láctea e as análises laboratoriais foram realizados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 3 repetições e 6 tratamentos (formulações de bebidas lácteas). Os dados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de regressão, onde foi testado um modelo quadrático completo, com 5% de significância.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Produção do mel de cacau concentrado**



No que concerne ao processo de concentração do mel de cacau, observou-se uma constância na coloração, em condições de refrigeração, do produto apresentando um aspecto de âmbar, como mostra a Figura 2.



**Figura 2:** Mel de cacau após processo de concentração.

Já no que se refere às propriedades físico-químicas, o mel de cacau apresentou um teor de 21,2 de sólidos solúveis e pH na média de 3, como está representado na Figura 3. Goés e Rodrigues (2011) (12), encontraram valores mais baixos de sólidos solúveis (15,3) e valores na mesma média de pH (3,8) na pesquisa de caracterização de mel de cacau produzida na Bahia. Esta diferença entre os módulos de sólidos solúveis pode ser justificada em função da variedade de cacau e do processo térmico para concentrar o mel de cacau, haja vista que a evaporação possibilita a concentração dos sólidos.



**Figura 3:** Refratômetro para análise de sólidos solúveis (A) e Fitas de pH (B).

### **Produção das bebidas lácteas fermentadas**

Após o período de incubação e refrigeração em câmara fria por 12 horas, as bebidas lácteas fermentadas apresentaram ótima consistência semissólida referente ao processo fermentativo. Na Figura 4 é possível a visualização da textura sem homogeneização nem adição de saborizante. A textura é um fator de extrema importância para as bebidas lácteas fermentadas, pois caracteriza o produto, e influencia diretamente nas percepções sensoriais da mesma. A bebida produzida mostrou-se sem homogeneizar uma boa consistência,

proveniente de um processamento adequado, mais especificamente, o processo de fermentação.



**Figura 4:** Textura da bebida láctea fermentada sem adição do mel de cacau e sem homogeneizar.

Silva (18) a partir do estudo do comportamento cinético e reológico da fermentação láctica na produção do iogurte natural, mostrou que a fermentação láctica é resultante da ação de microrganismos, que no presente trabalho foram culturas mistas de bactérias lácticas, as quais consomem a lactose e produzem o ácido láctico, sendo este o responsável pela ação que coagula o leite. Todo esse processo empregado de forma adequada com os binômios tempo e temperatura resultam em viscosidades desejadas.

#### Caracterização físico-química das bebidas lácteas fermentadas

Os resultados obtidos das análises físico-químicas estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Análises físico-químicas das bebidas lácteas fermentadas adicionadas de mel de cacau concentrado.

Variável	Equação <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>	FAJ <sup>b</sup>
pH	1. $\text{pH} = 4,4862 - 0,0097 \cdot \text{MCC}$	0,5524	0,477
Acidez em ácido láctico (%)	2. $\text{AAL} = 0,7113 + 0,0037 \cdot \text{MCC}$	0,3031	0,483
Sólidos solúveis (°Brix)	3. $\text{SS} = 17,175 + 0,0309 \cdot \text{MCC}$	0,5122	0,707
Umidade (%)	$U = 19,51$	—	—
Proteínas	4. $\text{PTNA} = 2,9986 - 0,0099 \cdot \text{MCC}$	0,5412	0,005
Lipídios	5. $\text{LPD} = 1,2937 + 0,0073 \cdot \text{MCC}$	0,4489	0,028

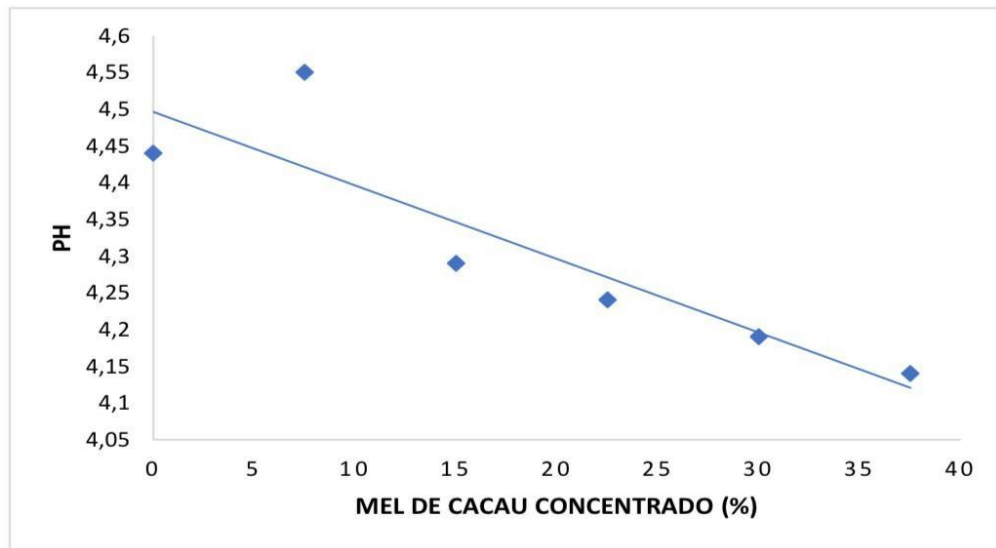
<sup>a</sup> Foi utilizado o modelo Quadrático Completo e os coeficientes não apresentados na equação foram não significativos ( $p > 0,05$ ). Os coeficientes apresentados, por sua vez, foram significativos pelo teste t de Student ( $P < 0,05$ )

<sup>b</sup> FAJ: Valor-P para a falta de ajuste do modelo.

#### pH

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado podem ter influenciado o pH das amostras ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Equação 1.

Deste modo, quanto maior a concentração de mel de cacau concentrado, menor o pH das amostras ( $R^2 = 0,5524$ ), como está apresentado no gráfico da Figura 5.

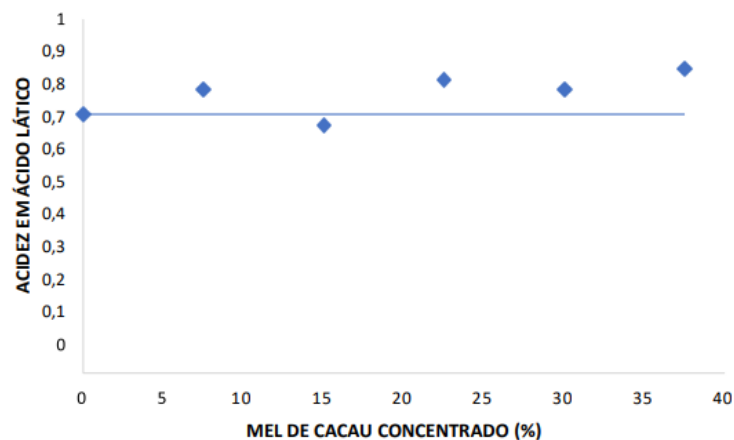


**Figura 5:** pH das amostras de bebida láctea fermentada contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado.

Sousa (17) no desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas prebióticas saborizadas com graviola obteve valores de pH variando de 4,36 a 4,13, módulos próximos a da bebida láctea fermentada desenvolvida neste presente estudo, que apresentou pH próximos a 4,6, que é o pH em que as proteínas estão no seu ponto isoelétrico, ponto muito importante para estabilidade da bebida láctea fermentada.

#### **Acidez em ácido láctico**

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado afetaram a acidez em ácido láctico (AAL) das amostras ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Equação 2. Quanto maior a concentração de mel de cacau concentrado, maior a AAL observada nas amostras. Este comportamento indica que o mel de cacau contribuiu para o aumento do teor de acidez em ácido láctico, mesmo sendo adicionado após a fermentação, fase em que é gerado o ácido láctico, proveniente da ação das bactérias lácticas. Isso pode ser observado através do gráfico da Figura 6.



**Figura 6:** Acidez em ácido láctico das bebidas lácteas fermentadas contendo diferentes porcentagens de mel de cacau concentrado.

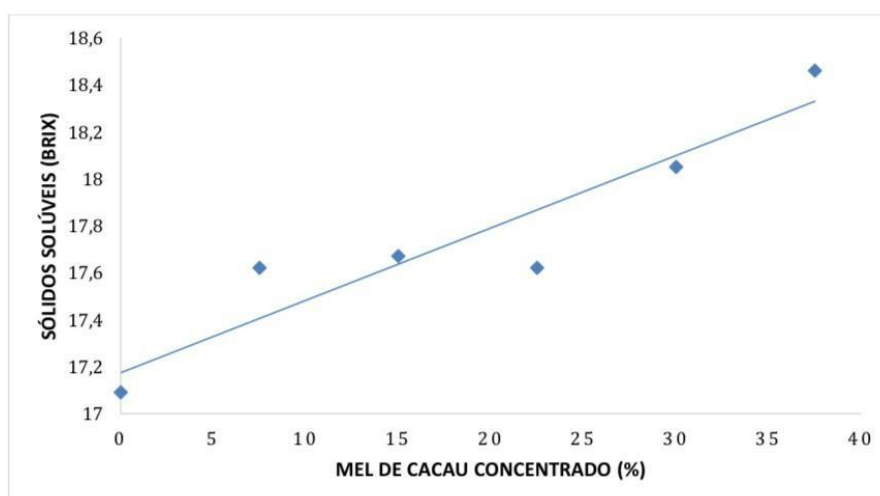
A acidez das bebidas lácteas fermentadas é um fator importante tanto para a estabilidade, quanto para a aceitação sensorial dos consumidores. É possível notar que a faixa de acidez em ácido láctico ficou entre 0,7% e 0,9%, (Figura 6), valores muito próximos a bebida láctea fermentada desenvolvida por Sousa (19), que foi de 0,6% a 0,9%.

O mesmo foi observado por Silva (19), em sua pesquisa sobre acidez e viscosidade como requisitos de qualidade em bebidas lácteas fermentadas, encontrando níveis de acidez em ácido láctico a partir de 0,6% em três bebidas distintas situadas na sua região, o mesmo por fim contribui acrescentando que a mesma porcentagem foi encontrada por outros autores em trabalhos semelhantes.

O regulamento técnico de identidade e qualidade das bebidas lácteas (20), não determina padrões para pH e acidez, em bebidas lácteas fermentadas, somente teor de proteínas. No entanto, de acordo com as literaturas citadas acima, a bebida láctea fermentada desenvolvida apresenta teores páreos a outras bebidas desenvolvidas. Todavia, no regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados (21) diz que os leites fermentados devem apresentar ácido láctico na porcentagem de 0,6% até 2,0%, já o iogurte de 0,6 a 1,5%, estando a bebida láctea fermentada dentro desses parâmetros.

### Sólidos Solúveis

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado relacionam-se com os teores de Sólidos Solúveis (SS) das amostras ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Equação 3. Neste sentido, quanto maior a concentração de mel de cacau concentrado, maior o teor de SS observado nas amostras, como mostra a Figura 7.



**Figura 7:** Sólidos solúveis das bebidas lácteas fermentadas contendo diferentes porcentagens de mel de cacau concentrado.

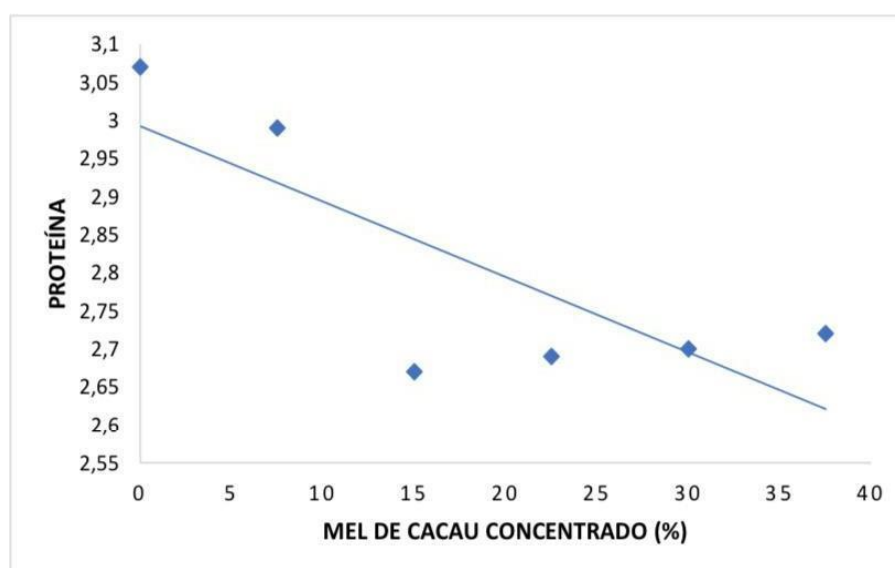
O resultado alcançado está intimamente relacionado ao teor de sólidos solúveis do mel de cacau concentrado, já que, nas análises realizadas anteriormente, o mesmo registrou um teor de 21,2% de °Brix em sua composição. Dessa forma, é evidente que quanto maior a adição de mel de cacau concentrado, maior será o teor de sólidos solúveis observado no produto final. Ao comparar a porcentagem de 37,5% com 0% de mel de cacau concentrado, nota-se uma diferença significativa no teor de sólidos solúveis, conforme mostrado na Figura 7.

### Umidade

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado não se relacionaram com os módulos de umidade das amostras ( $p > 0,05$ ), sendo obtido um valor de umidade médio de 79,51, como é explicitado na Tabela 3. Apesar do mel de cacau conter uma quantidade significativa de água na sua composição, a sua adição não afetou a umidade das bebidas lácteas produzidas, provavelmente devido ao processo de concentração, que consiste na etapa de fervura constante, evaporando uma grande parcela de água, logo, a adição da pectina e a ação de gelatinização contribuem para diminuição da água.

### Proteína

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado afetaram a taxa de proteína das amostras ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Equação 4, ou seja, quanto maior a concentração de mel de cacau concentrado, menor o teor de proteína das amostras. O que pode ser explicado pela diluição da bebida láctea fermentada quando acrescida do mel de cacau concentrado, diminuindo o teor de proteína. No entanto, é possível identificar na Figura 8 que a amostra (0%) apresentou uma taxa ótima de proteína, o que certifica que sem a adição, a bebida láctea fermentada apresentou níveis significativos de proteína, que podem vir a possibilitar outras aplicações.



**Figura 8:** Proteínas das bebidas lácteas fermentadas contendo diferentes porcentagens de mel de cacau concentrado.

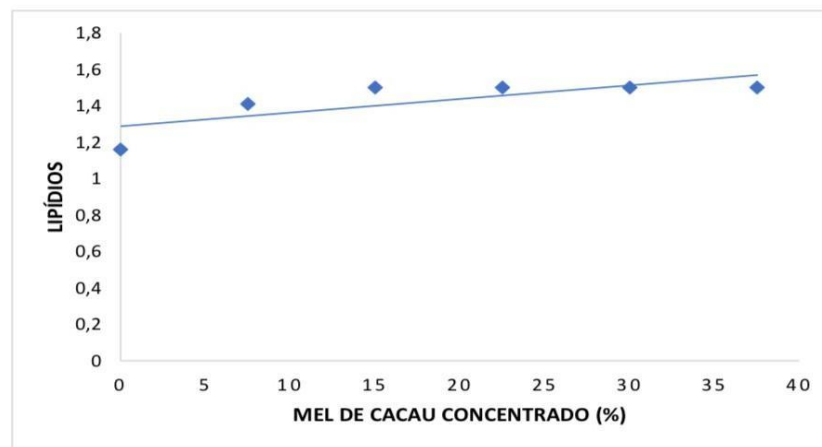
Apesar do teor de proteína ter diminuído ao decorrer da adição do mel de cacau concentrado, ainda assim a taxa ficou de 3% a 2,6% de proteína, como mostra o gráfico da Figura 8, característica que vai de acordo ao regulamento técnico de identidade e qualidade das bebidas lácteas (20), que diz que para ser considerada bebida láctea fermentada com adição é, necessário apresentar na sua composição no mínimo 1,0/100 g de taxa de proteína. Portanto, a bebida desenvolvida apresentou além do mínimo necessário, estando de acordo com a legislação vigente.

Gerhardt (22), em sua pesquisa sobre as características físico-químicas e sensoriais de bebidas lácteas fermentadas utilizando soro de ricota e colágeno hidrolisado encontrou valores semelhantes ao teor de proteína, sendo de 4,44% a 2,99%, Sousa (17) também encontrou teores entre 3,81% e 2,61% na bebida láctea fermentada produzida por eles.

### **Lipídios**

As formulações contendo diferentes concentrações de mel de cacau concentrado afetaram o teor de lipídios das amostras ( $p < 0,05$ ), conforme apresentado na Equação 5. Quanto maior a concentração de mel de cacau concentrado, maior o teor de lipídios observados nas amostras (Figura 9). O que evidencia um acréscimo de lipídios provenientes do mel de cacau.





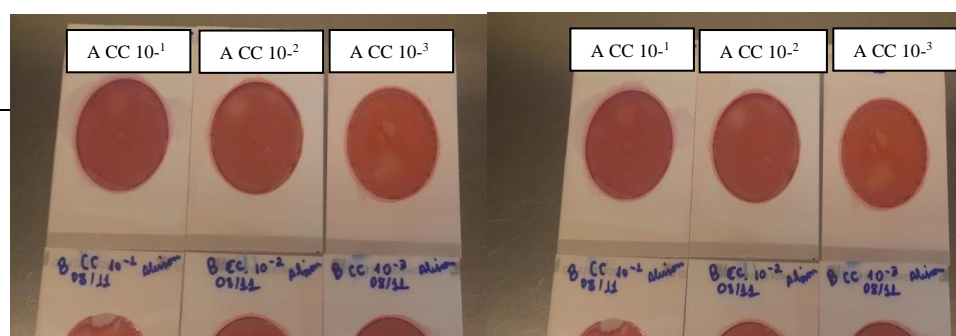
**Figura 9:** Lipídios das bebidas lácteas fermentadas contendo diferentes porcentagens de mel de cacau concentrado.

O teor de lipídios encontrado (Figura 9), vai de encontro ao regulamento técnico de identidade e qualidade do leite fermentado (21), que as classifica de acordo com a massa gorda, sendo a bebida láctea fermentada desenvolvida nesse estudo classificada como bebida láctea fermentada semi desnatada, pois, para ter essa classificação é necessária ter pelo menos de 0,6% a 2,9%, e a determinada na bebida desenvolvida ficou entre 1,2% a 1,5%.

Almeida et al. (23), encontrou valores próximos para lipídios, entre 1,59% a 2,01%, nas bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal, mesmo tipo de soro utilizado no desenvolvimento das bebidas do presente estudo. Logo, o teor de lipídios encontrado e classificado como semi desnatado possibilita um consumo ainda mais abrangente, englobando pessoas com dietas de baixo consumo de gordura.

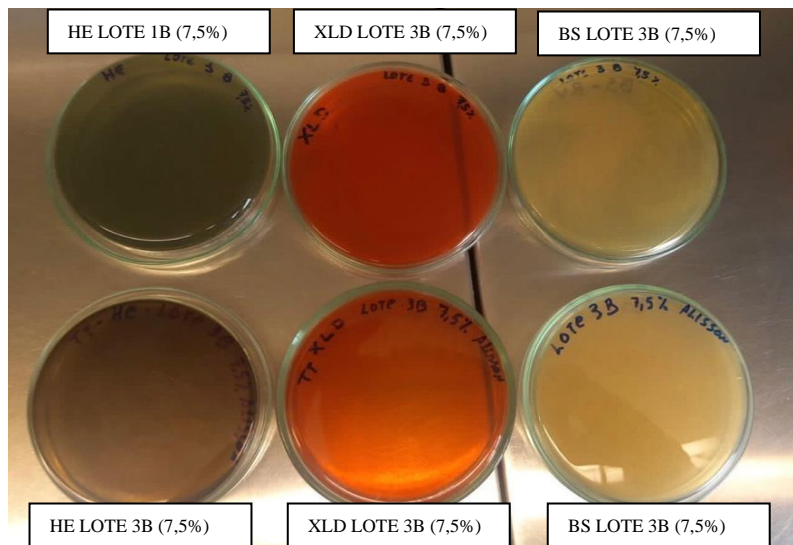
### Análises microbiológicas

Em todas as análises realizadas para detecção de coliformes totais, *E. coli*, *Salmonella* spp. e bolores e leveduras nas amostras da bebida láctea fermentada não houve crescimento de nenhuma unidade formadora de colônia. Resultado esse extremamente importante, evidenciando a aplicação eficiente das Boas Práticas de Fabricação (BPF's) durante o processamento, e consequente obtenção de bebidas lácteas fermentadas isentas de micro-organismos patogênicos/deteriorantes. Logo, os resultados microbiológicos indicaram que as bebidas estavam aptas para consumo. A seguir, tem-se as Figuras 10, 11, 12 as quais apresentam as placas após a incubação.

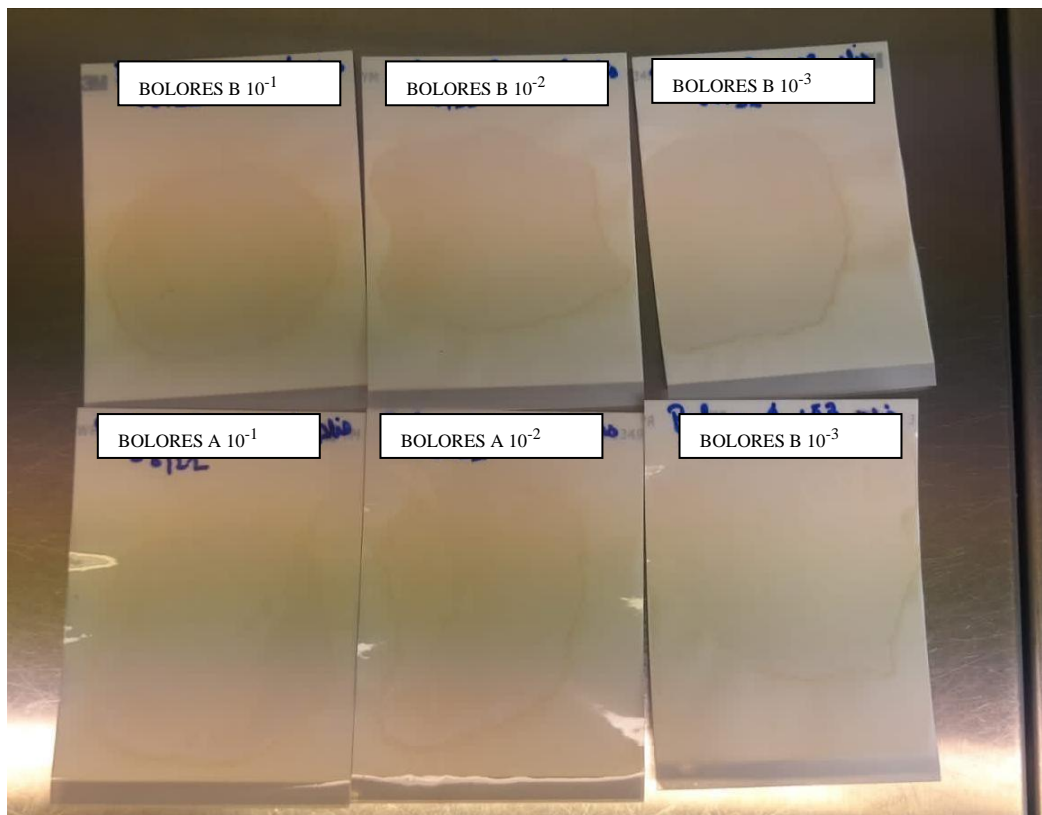




**Figura 10:** (A) placas petrifilm para contagem de coliformes totais (CC) e (B) placas de *E. coli* (EC): Placas petrifilm da 3M sem nenhuma unidade formadora de colônia para detecção de coliformes totais e *E. coli*.



**Figura 11:** Placas HE, XLD E BS, para detecção de *Salmonella* spp. isentas de unidades formadoras de colônias.



**Figura 12:** Placas Petrifilm da 3M para detecção de bolores e leveduras sem a presença de unidades formadoras de colônias.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho dedicou-se ao desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas com soro de queijo frescal, a partir da adição de diferentes concentrações de mel de cacau. Neste sentido, foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas tanto das amostras de bebidas lácteas fermentadas quanto do mel de cacau concentrado. Dentre os resultados obtidos, dar-se destaque ao aumento significativo da acidez em ácido láctico, e dos teores de sólidos solúveis e de lipídeos das respectivas amostras, e a ausência substancial de microrganismos patogênicos e deteriorantes. Deste modo, os parâmetros investigados evidenciam a estabilidade das bebidas, e permitem classificá-las como produtos semi desnatados, com possível aceitação sensorial dos consumidores, principalmente àqueles com dietas de baixo consumo de gordura. Contudo, infere-se que estudos avançados são primordiais, principalmente no que concerne a composição centesimal do mel de cacau concentrado, e suas subseqüentes aplicações na cadeia de produtos sustentáveis.

## AGRADECIMENTOS

Em primeira instância agradeço a mim mesmo por persistir e não desistir do desenvolvimento e execução deste trabalho, mesmo mediante inúmeras dificuldades.

Aos meus excelentíssimos, orientador Luciano Bertollo e meu co-orientador Paulo Leonardo Lima Ribeiro por toda atenção prestada, por toda orientação passada de forma tão exemplar. As minhas professoras amadas Mariana, Grazielly e Acsa por me ajudarem nesse percurso. Aos meus amigos queridos que carrego no peito uma enorme gratidão por terem me ajudado de uma forma que nunca conseguirei pagar.

E a minha família por me apoiar em tudo. Meus sinceros agradecimentos a todos, sem vocês nada disso seria possível.

## REFERÊNCIAS

1. ISO. International Organization for Standardization Environmental management - the ISO 14000 family of international standards. 2002. Disponível em: <<http://www.iso.ch>>. Acesso: 13 de mai. 2022.
2. Barbosa C, Mendonça R, Santos A, Pinto. Cândido Tostes. Pág 28 Rev Inst Latic [Internet]. 2009 [Acesso em: 22 jun 2022]. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/download/72/78>.
3. Silva AC, Marques RF. Avaliação da eficiência da remoção de poluentes de indústria de laticínio por meio de jartest. Revista Augustus. 2019 Dec 17;24(49):209–23.
4. Nunes LA, Gerber JZ, Costa FP, Souza RJS, Kalid R de A. O soro do leite, seus principais tratamentos e meios de valorização. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente. 2018 Mar 29.
5. Ladeira SA, Paz MEM da, Lima JRR, Melo F de O, Talma SV, Lima JS. Produção e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de bebidas lácteas fermentadas prebióticas sabor tamarindo. Diversitas Journal. 2020 Oct 27;5(4):2528–50.
6. Números do setor - ABIA - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos [Internet]. [www.abia.org.br](http://www.abia.org.br). Disponível em: <https://www.abia.org.br/numeros-setor#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%20brasileira%20de%20alimentos>.
7. Silva RR da, Siqueira EQ de, Nogueira I de S. Impactos ambientais de efluentes de laticínios em curso d'água na Bacia do Rio Pomba. Engenharia Sanitaria e Ambiental [Internet]. 2018 Mar [cited 2020 Dec 15];23(2):217–28. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v23n2/1809-4457-esa-23-02-217.pdf>
8. Maia GP. Uso do murici no desenvolvimento de bebidas lácteas fermentadas com propriedades funcionais. Repositório.ifgoiano.edu.br [Internet]. 2020 Nov 27 [cited 2024 Mar 24]; Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1508>
9. Santos SO dos. Aproveitamento de leiteiro no desenvolvimento de bebida láctea fermentada. [Internet]. [Acesso em: 16 jun 2022]. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1733>
10. Bernardi F. Soro de leite: alternativas para o processamento do subproduto. [Internet]. 2020 [Acesso em: 23 jul 2022]. Disponível em: <https://repositorio.uricer.edu.br/items/d305fe37-760c-4966-9a63-1311ee16d7c3>

11. Guirlanda CP, Silva GG da, Takahashi JA. Caracterização, atributos e potencial de mercado do mel de cacau. *Research, Society and Development*. Abr 2021.16;10(4):e41410413994.
12. Beatriz G, Góes T, Leticia De Alencar, Rodrigues P. Caracterização físico química de mel de cacau (theobrom cacao l.) produzida no estado da Bahia.[Internet]. [Acesso em: 12 jun 2022]. Disponível em: <https://doity.com.br/media/doity/submissoes/5eb9bc1c-2494-4d85-8edf-67f30a883292-resumo-expandido-mel-de-cacaupdf.pdf>
13. Santos CO dos, Bispo E da S, Santana LRR de, Carvalho RDS de. Aproveitamento tecnológico do “mel de cacau” (Theobroma cacao L) na produção de geleia sem adição de açúcar. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2014 Sep;36(3):640–8.
14. Donatti JK, De Sousa MVF, Paixão MVS, Rezende JA, De Sousa JM, De Souza ÁHN, et al. Aproveitamento do subproduto “Mel de Cacau” para produção de bebida alcoólica fermentada. *Brazilian Journal of Development* [Internet]. 2021 Jun 14 [Acesso em 10 jul 2022]. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/qha275z4ova6vh3hrwslrpuzma/access/wayback/https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/31244/pdf>
15. Silva MQ da. Desenvolvimento e caracterização de bebida láctea fermentada elaborada com leite de cabra Serrana [Internet]. *bibliotecadigital.ipb.pt*. 2020 [cited 2024 Mar 24]. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/23179>.
16. Ial. Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 4ª. ed. 1ª Edição Digital [Internet]. 2008. Disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentos\\_ial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentos_ial_2008.pdf)
17. Souza G. Desenvolvimento de uma bebida láctea fermentada prebiótica e saborizada com graviola. [Internet]. 2020.[Acesso em: 20 jun 2022]. Disponível em: [https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13545/2/Bruno\\_Gabriel\\_A\\_Sousa.pdf](https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/13545/2/Bruno_Gabriel_A_Sousa.pdf)
18. Silva M, Meirelles M, Rodrigues P, Mendonça Á. Desenvolvimento e caracterização de bebida láctea fermentada elaborada com leite de cabra Serrana. [Acesso em 20 jul 2022]; Disponível em: [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/28741/1/2023\\_Silva\\_RCA.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/28741/1/2023_Silva_RCA.pdf)
19. Pessoa J. Acidez e viscosidade como requisitos de qualidade em bebidas lácteas fermentadas. [Internet]. 2016.[Acesso em: 24 jun 2022]. Disponível em: <https://www.ufpb.br/ccea/contents/documentos/downloads-tcc/acidez-e-viscosidade-como-requisitos-de-qualidade-em-bebidas-lacteas-fermentadas-2016.pdf>
20. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico de identidade e qualidade de bebidas lácteas. Instrução Normativa n.16,23 de agosto 2005.
21. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007.
22. Gerhardt Â, Wissmann B, Gennari A, Lehn D, Fernanda C, Souza V. Cândido Tostes. p. 41. *Rev Inst Latic*. 2013.
23. Almeida KE, Bonassi IA, Rosa R de O. Características físicas e químicas de bebidas lácteas fermentadas e preparadas com soro de queijo minas frescal. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2001 Aug;21(2):187–92.

## POTENCIAL DO INHAME (*DIOSCOREA SPP.*) NA ELABORAÇÃO DE BEBIDAS NÃO CONVENCIONAIS

Amanda Divina Matias da Silva \*; Ellen Godinho Pinto ; Wiaslan Figueiredo Martins ; Ana Paula Stort Fernandes ; Dayana Silva Batista Soares 

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

### RESUMO

Os vegetarianos, os intolerantes à lactose e os alérgicos à proteína do leite são grupos específicos que necessitam de opções alimentares compatíveis com suas necessidades, como as bebidas à base de extratos. Com isso, objetivou-se, elaborar bebidas à base de extrato de inhame e determinar as suas propriedades tecnológicas, físico-químicas e conteúdo de compostos bioativos. Os inhames foram divididos em 3 frações de 5%, 10% e 21% em seguida foi realizado a elaboração dos extratos. Realizando análises de pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais, teor de lipídeos, teor de vitamina C, umidade, proteínas, compostos fenólicos, açúcares redutores e cor com o método estatístico através programa *Past 7.0*, realizando a análise de variância seguindo ao teste de Tukey a 5% de significância. O teor de sólidos solúveis aumentou nas concentrações de 10% e 21%. A acidez titulável total não apresentou diferença para as concentrações de 5% e 10%, sendo de 21% que apresentou maior acidez. Em relação ao pH, observou-se a diminuição do mesmo de acordo com o aumento das concentrações. Foram encontrados frações de compostos fenólicos nas amostras, todas as amostras apresentaram valores diferentes estaticamente, sendo a amostra de 21% com maior quantidade. O teor de vitamina C encontrado foram diferentes estaticamente, porém ainda foram encontrados valores significativos, podendo se considerar uma ótima opção em relação aos produtos à base de laticínios. Em relação a proteína as amostras de 5, 10 e 21% apresentaram teores de proteínas diferentes estatisticamente devido ao processo de diluição em água. Estimando esses resultados o extrato de inhame pode ser considerado uma ótima opção de bebida não convencional para o consumo de pessoas alérgicas e intolerantes á lactose podendo avançar para testes sensoriais, para avaliar a agradabilidade do público em geral.

**Palavras-chave:** extratos vegetais; intolerância à lactose; potencialidade; *Dioscorea spp.*

### INTRODUÇÃO

O cultivo de inhame (*Dioscorea spp.*) é considerado de importância socioeconômica nas regiões de climas tropicais, incluindo a região Nordeste do Brasil, classificada como a maior produtora nacional. Nessa região, a área cultivada com inhame tem crescido satisfatoriamente, tornando-se uma atividade agrícola promissora com potencial para



ampliar o consumo no mercado interno e atender à demanda do mercado externo, bem como servir de fonte de renda para os pequenos e médios agricultores dessa região (1).

Apresenta importância social e econômica significativa para a Região Nordeste do Brasil, principalmente para os estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Bahia e Maranhão, por constituir um bom negócio agrícola em função do alto consumo pela população, sobretudo nos estados da Paraíba e Pernambuco, que são considerados os maiores produtores nacionais. É uma planta de constituição herbácea, trepadeira, da família das Dioscoreáceas e produtora de túberas alimentícias de alto valor nutricional, ricas em vitaminas do complexo “B” e amido, com baixa percentagem de gordura. (2).

Um dos fenômenos responsáveis pela falta de diversidade do setor de alimentos e bebidas é a padronização da alimentação, o que causa a decorrência da simplificação da dieta, ao invés da diversificação prejudicando a alimentação e saúde humana. O panorama apresentado nos últimos anos é de redução na exploração da diversidade alimentar que temos ao nosso dispor, no entanto ainda é rara a criação de bebidas com ingredientes não convencionais (3).

Portanto, objetivou-se com este trabalho analisar o potencial do inhame como matéria-prima na elaboração extrato vegetal a ser utilizado no preparo de bebidas não convencionais em diferentes concentrações.

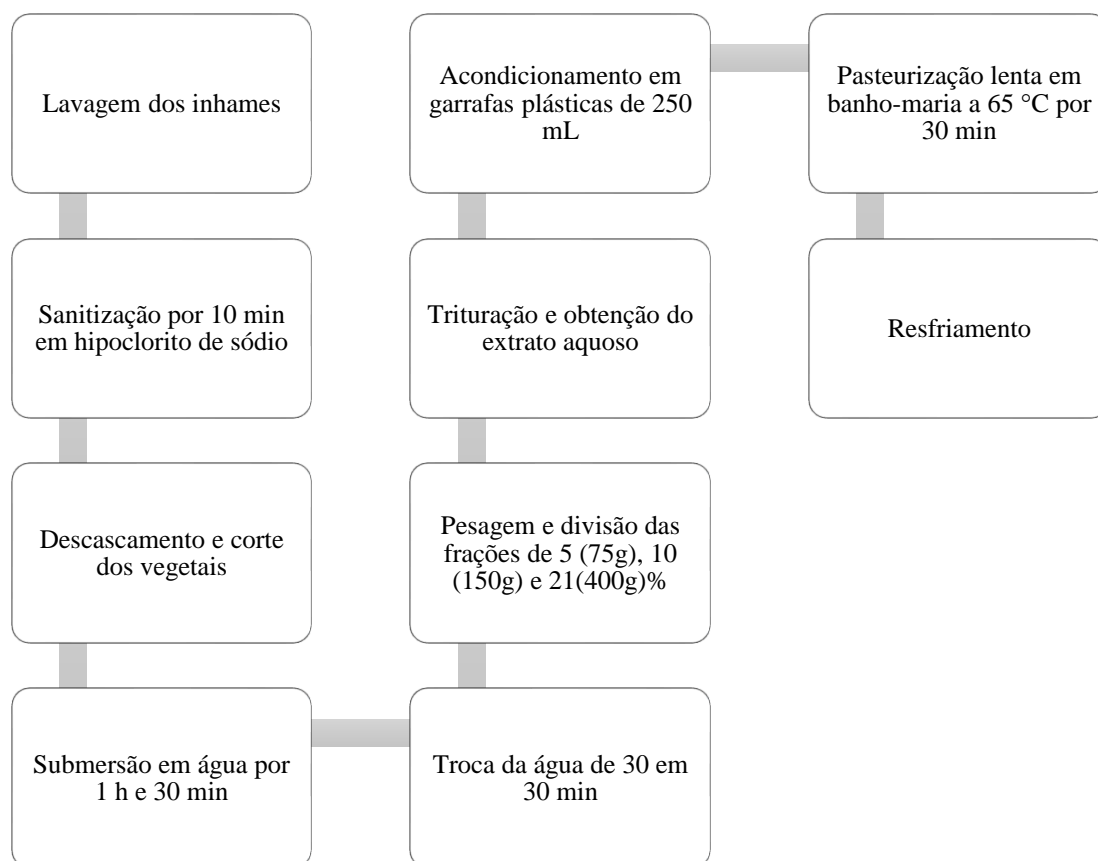
## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os inhames utilizados para a extração do extrato aquoso foram adquiridos no comércio local de Morrinhos-Goiás. Os procedimentos utilizados para a obtenção do extrato vegetal de inhame foram realizados nos laboratórios da Instituição de Ensino do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos.

Para a extração do extrato hidrossolúvel do inhame foi realizado a higienização dos vegetais, em seguida foram descascados, picados e colocados submersos em água em repouso por cerca de 1 hora e 30 minutos, realizando a troca de água a cada 30 minutos devido a formação de líquido viscoso não agradável.

Após o repouso, os vegetais foram pesados e divididos em 3 frações diferentes sendo a primeira de 5%, a segunda de 10% e a terceira de 21%. Para cada fração adicionou-se 1,5 L de água, posteriormente houve a trituração para a obtenção do extrato aquoso. Em seguida houve a filtração desse extrato que logo após foram acondicionados em garrafas plásticas de 250 mL. Após essa etapa, as garrafas contendo o extrato vegetal de inhame foram submetidas à pasteurização lenta em banho-maria a 65°C por 30 minutos e logo após foram arrefecidas para futuras análises.

**Figura 1** - Fluxograma de processamento do extrato de inhame.



**Fonte:** Elaborado pela autora (2022).

Para as análises de pH, acidez titulável, teor de sólidos solúveis totais, teor de lipídeos, teor de vitamina C titulado com iodato de Potássio, umidade, proteínas foram utilizadas as metodologias do Instituto Adolf Lutz (4). As análises de compostos fenólicos foram seguidas pela metodologia de Rocha et al. (5) com adaptações, realizando as extrações apenas alcoólicas (70°GL). Quanto a análises de açúcares redutores utilizou-se a metodologia de Silva et al. (6). As análises de cor foram realizadas através de absorbância no espectrofotômetro.

As análises estatísticas foram realizadas através programa *Past 7.0*, realizando a análise de variância (ANOVA) seguindo ao teste de Tukey a 5% de significância ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados obtidos das análises de teor de açúcares redutores, teor de sólidos solúveis, acidez titulável total, pH, compostos fenólicos totais, umidade e teor de vitamina C.

**Tabela 1** - Resultados expressos em forma de média e desvio padrão.

Parâmetro	Concentração*		
	5%	10%	21%
TAR (g/100 mL)	0,159 ± 0,054 <sup>a</sup>	0,165 ± 0,056 <sup>a</sup>	0,203 ± 0,040 <sup>b</sup>
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	0,500 ± 0,000 <sup>a</sup>	1,000 ± 0,000 <sup>b</sup>	1,000 ± 0,000 <sup>b</sup>
ATT (mL/100 g)	0,200 ± 3,999 <sup>a</sup>	0,200 ± 3,999 <sup>a</sup>	0,533 ± 0,115 <sup>b</sup>

pH	6,850 ± 0,010 <sup>c</sup>	6,760 ± 0,060 <sup>b</sup>	6,620 ± 0,040 <sup>a</sup>
CCF (mg AG/100 g)	0,616 ± 0,127 <sup>a</sup>	0,747 ± 0,369 <sup>b</sup>	0,870 ± 0,119 <sup>c</sup>
Umidade (%)	98,213 ± 0,128 <sup>b</sup>	97,310 ± 0,345 <sup>a</sup>	99,290 ± 0,036 <sup>c</sup>
Teor de vitamina C (mg/100g)	4,106 ± 2,688 <sup>b</sup>	3,520 ± 0,000 <sup>a</sup>	4,693 ± 2,032 <sup>c</sup>
Teor de proteínas (g/100g)	0,933 ± 0,057 <sup>a</sup>	1,066 ± 0,115 <sup>b</sup>	1,500 ± 0,100 <sup>c</sup>

TAR: Teor de açúcares redutores; ATT: Acidez Titulável Total; CCF: Conteúdo de compostos Fenólicos.

\* Médias seguidas de letras minúscula na mesma linha apresentam diferença estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Em relação ao teor de açúcares redutores, foi observado um aumento desse parâmetro conforme foi aumentada a concentração de inhame, indicando que eles são diretamente proporcionais. As amostras de 5% e 10% não apresentaram diferença estatística entre si em relação a análise do teor de açúcares redutores, porém a amostra com 21% mostrou diferença estatística em relação as outras duas amostras. Leonel e Cereda (7) encontraram, em inhame *in natura*, 0,61 (% base úmida), valor esse acima ao encontrado neste trabalho. Isso pode ser justificado pelas diferentes concentrações diluídas em água.

O teor de sólidos solúveis aumentou nas concentrações de 10% e 21%, sendo que ambas apresentaram o mesmo resultado, ou seja, não apresentaram diferença estática entre si. De acordo com (8), o aumento de sólidos solúveis, geralmente está relacionado à perda de água, justificando o baixo valor encontrado. Os mesmos autores encontraram para o inhame *in natura* 8,75°Brix. Valores encontrados por (9), em extrato de batata doce *in natura* também foram maiores comparados ao extrato de inhame com cerca de 3,46°Brix. Porém também houve a diminuição do teor de sólidos solúveis durante o processo de extração do extrato de batata doce, o que indica que pode ter ocorrido o mesmo no processamento do extrato de inhame.

A acidez titulável total não apresentou diferença para as concentrações de 5% e 10%, sendo que as amostras com concentração de 21% de inhame apresentaram maior acidez. A determinação de acidez pode fornecer um dado valioso na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Um processo de decomposição seja por hidrólise, oxidação ou fermentação (4). Guedes (10), em seu estudo sobre a caracterização do inhame *in natura* encontrou 0,73 g.100g para a acidez. Esse valor se encontra acima do valor encontrado neste trabalho pode ser justificado pelo fato de que houve a diluição em água. O mesmo ocorreu no estudo de (9), que encontraram valores de pH menores no extrato de batata doce se comparados ao vegetal *in natura*, devido ao processamento.

Em relação ao pH, observou-se a diminuição do mesmo de acordo com o aumento das concentrações. Sendo assim todas as amostras diferiram estatisticamente entre si. Os resultados encontrados neste trabalho apresentaram-se semelhantes ao de (11) que foram de 6,67 e 6,30, respectivamente. De acordo com (12), a medida do pH é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de micro-organismos, atividade das enzimas, textura de geleias e gelatinas, retenção de sabor e odor.

Os compostos fenólicos são responsáveis por atividades antioxidantes além de propriedades biológicas, como a atividade antibacteriana, antiviral e anti-inflamatória. Frações desse composto foram encontradas nas amostras, porém todas as amostras apresentaram valores de fenólicos diferentes estaticamente, sendo a amostra de 21% com maior quantidade. Alguns estudos desenvolvidos com extrato de inhame como (13), constataram a presença de compostos fenólicos em espécies de inhame em frações solúvel em clorofórmio de seus rizomas. Já no estudo com a liofilização do extrato de inhame

realizada por (14), mostrou que os compostos fenólicos foram inexistentes, o que é justificado pelo processo de liofilização que não foi realizado nesse estudo. Porém em processos aplicados no desenvolvimento de biscoitos com farinha de inhame realizado por (1) foi relatado cerca de  $0,44 \pm 0,02$  mg AG/100 g compostos fenólicos mesmo com processos envolvendo altos níveis de temperatura, o que demonstra que esses compostos podem resistir a processos envolvendo condições de temperatura elevada e processos como a ação mecânica.

A umidade do extrato de inhame se mostrou alta em comparação ao estudo de (10) que mostra a umidade do inhame *in natura* sendo essa de 65,62%, essa diferença se deve a adição de água ao extrato inhame que aumentou sua umidade. No entanto, o valor adquirido no estudo de (15), mostrou um nível de umidade semelhante, cerca de  $99,17 \pm 0,76\%$ , na obtenção do amido presente no inhame, o que mostra que a adição de água foi o fator principal para os valores altos de umidade das amostras. Estatisticamente, todas as amostras se diferiram entre si possivelmente devido a sua composição diferente.

O teor de vitamina C encontrado nas amostras de extrato de inhame foram diferentes estaticamente. Esses valores foram semelhantes ao do estudo de massa de matéria fresca do inhame de (16), cujo resultado foi de 4,66%, indicando que a vitamina C não se perde por completo em processos de ação mecânica, mesmo sendo instável. No estudo de (11), o autor reportou um valor de vitamina C de 2,7 g/100 g em inhame após o processo de mucilagem. Em relação aos produtos à base de laticínios, pode se considerar o extrato de inhame uma opção devido a conservação dessa vitamina em seu processamento.

O resultado das amostras de 5, 10 e 21% apresentaram teores de proteínas diferentes estatisticamente. Esses resultados foram diferentes dos encontrados por Silva (17), na elaboração de chips de inhame. Em outro estudo, realizado por Dias (18), na obtenção de farinha de inhame, os resultados de proteínas foram superiores aos encontrados neste trabalho. Essa diferença pode ser explicada devido ao processo de diluição em água, já que esse processo não favorece o aumento do teor de proteínas, como dos estudos citados acima.

Na Tabela 2. estão apresentados os resultados dos parâmetros de cor das amostras de extrato de inhame nas concentrações 5%, 10% e 21%.

**Tabela 2** - Resultados dos parâmetros de cor expressos em forma de média e desvio padrão, dos extratos de inhame nas concentrações de 5%, 10% e 21%.

Parâmetro	Concentração		
	5%	10%	21%
Luminosidade (*L)	$66,6 \pm 1,2^a$	$67,9 \pm 0,9^c$	$67,0 \pm 0,2^b$
Intensidade de vermelho (+a*)	$0,3 \pm 0,1^a$	$1,1 \pm 0,8^b$	$1,5 \pm 0,9^c$
Intensidade de amarelo (+b*)	$2,0 \pm 1,0^b$	$3,7 \pm 0,6^c$	$0,9 \pm 0,6^a$
Ângulo de tonalidade (h*)	$88,3 \pm 10,0^c$	$83,7 \pm 10,4^b$	$35,3 \pm 16,5^a$
Croma (c*)	$2,0 \pm 1,0^b$	$3,9 \pm 0,8^c$	$1,8 \pm 1,0^a$

\* Médias seguidas de letras minúscula na mesma linha apresentam diferença estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Fonte:** elaborado pela autora (2022).

Todos os parâmetros de cor apresentaram diferença estatística se comparadas as amostras de 5, 10 e 21% devido as diferentes quantidades de inhame adicionados.

A intensidade de vermelho (+a\*) foi menor comparado ao amarelo (+b\*) segundo os estudos de (19) essas diferenças podem apresentar uma mudança nas tonalidades de cores esverdeada e azulada.

Os parâmetros de amarelo (+b\*) foram apropriados se comparado aos valores obtidos por (20), que alcançaram valores um pouco mais elevados em inhames *in natura* e minimamente processados. Os valores menores de amarelo (+b\*) podem ser explicados segundo os estudos de (9) devido a decomposição de pigmentos carotenoides durante o processamento do inhame, visto que são de fácil degradação, essas informações são importantes para verificar o nível de perda desses pigmentos durante os processos de produção já que são importantes na composição dos alimentos.

## CONCLUSÃO

O extrato de inhame apresentou valores significativos de açúcares redutores, teor de sólidos solúveis, vitamina C, proteínas, acidez titulável, pH, umidade e compostos fenólicos mesmo comparados a outras literaturas referenciadas, devido as diferenças de estudos. Os resultados que obtiveram valores satisfatórios foram da composição de 21% de inhame que apresentou resultados mais elevados de açúcares redutores, teor de sólidos solúveis, compostos fenólicos, vitamina C e proteínas. Sendo assim, estimando os resultados de vitamina c e compostos fenólicos, o extrato de inhame pode ser considerado uma ótima opção de bebida não convencional para o consumo de pessoas alérgicas e intolerantes à lactose, podendo avançar para testes sensoriais, para avaliar a aceitabilidade do público em geral.

## AGRADECIMENTO

Ao Instituto Federal Goiano-Campus Morrinhos, por todo apoio durante a realização da pesquisa.








## REFERENCIAS

1. Lima TS. Desenvolvimento e análise de biscoito sem glúten com farinha de inhame enriquecido com farinha de semente de uva. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos). João Pessoa. Universidade Federal da Paraíba, 2015.
2. Oliveira AE. Densidade de Líquidos. Preprint submitted to Físico-Química Experimental. p. 1-4, 2018.
3. Casemio IP, Vandramin ALA. Plantas alimentícias não convencionais no Brasil: o que a Nutrição sabe sobre este tema? *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2020, 15: 2-17.
4. Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. Ed. São Paulo-SP; 2005.
5. Rocha WS, Lopes RM, Silva DB, Vieira RF, Silva JP, Costa TSA. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2011, 33: 1215-1221.
6. Silva RN, Monteiro VN, Alcanfor JDX, Assis EM, Asquieri ER. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, 2003, 23: 337-341.
7. Leonel M, Cereda MP. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia em Alimentos*, 2002, 22:65-69.
8. Brito TT, Soares LS, Furtado MC, Castro AA, Carnelossi MAG. Composição centesimal de inhame (*Dioscorea sp.*) *in natura* e minimamente processado. *Scientia Plena*, 2011, 7: 1-7.

9. Ribeiro FS, Oliveira TKB, Câmara GB, Cassiano VA, Alves KSB, Silva ISS. Caracterização físico-química do extrato in natura e farinha da batata doce roxa (*Ipomea batatas* Lam). *Research, Society and Development*, 2020, 9:1- 17.
10. Guedes CKRM. Potencial tecnológico do inhame (*dioscorea cayennensis*) na formulação de bebidas funcionais à base de frutas tropicais e *lactobacillus casei*. Tese de Doutorado em Nutrição, Recife-PE. 2014. Universidade Federal de Pernambuco, 2014.
11. Miamoto JBM. Obtenção e caracterização do inhame (*Colocasia esculenta* L.) integral, da mucilagem do inhame e do resíduo da extração da mucilagem do inhame liofilizados. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Lavras- MG. 2008. Universidade Federal de Lavras.
12. Cecchi HM. Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.
13. Tenfen A, Siebert DA, Zimath PL, Bastos J, Guimarães CL, Cordova CMM, Botelho TKR, Alberton MDA. Avaliação do Potencial Antimicrobiano de uma Espécie de “Inhame” (*Dioscorea scabra* Humb. & Bonpl. ex Willd.) Contra Microorganismos Causadores de Infecções Veterinárias. *Revista Virtual de Química*, 2019, 11: 616-625.
14. Souza AP. Obtenção da fração proteica dioscorina de inhame (*dioscorina cayennensis*): Caracterização bioquímica e atividades biológicas. Dissertação (Pós-graduação em Biologia celular e molecular), João Pessoa-PB, 2017. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
15. Durango AM, Soares NFF, Andrade NJ. Extração e Caracterização do Amido de Inhame e Desenvolvimento de Filmes Comestíveis Antimicrobianos. *Revista Temas Agrários*, 2009, 14: 1- 18.
16. Verde DSV, Mendes MIS, Souza AS, Pinto CR, Nobre LVC, Melo JES, Ledo CAS. Ácido ascórbico e polivinilpirrolidona no cultivo *in vitro* de *Dioscorea* spp. *Research, Society and Development*, 2021,10: 1-12.
17. Silva GAA. Elaboração e caracterização de chips de inhame (*Dioscoreaceae*). Dissertação (Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa-PB, 2019.
18. Dias JSR, Mendes FZC, Nolasco MVFM, Bogo D. Obtenção de farinha de inhame para elaboração de barra de cereal como suplemento alimentar e funcional. *Brazilian Journal of Development*, 2020, 6:15716-15735.
19. Yashiki LG, Triboli EPDR. Caracterização físico-química e tecnológica de farinha de inhame obtida por atomização. Congresso Brasileiro de engenharia química, 2018, 1: 1- 4.
20. Brito TT, Soares LS, Furtado MC, Castro A A, Carnelossi MAG. Composição centesimal de inhame (*Dioscorea* sp.) *in natura* e minimamente processado. *Scientia Plena*, 2011, 7: 1-7.



## UTILIZAÇÃO DE PLANTA NÃO-CONVENCIONAL XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*) NO DESENVOLVIMENTO DE BRIGADEIRO VEGANO

Luana Maria Silva<sup>1,\*</sup>; Maria Clara Gomes Silva<sup>1</sup>; Taynara Nogueira Santos<sup>1</sup>  
Luciana Façanha Marques<sup>2</sup>; Marília Patrício Alves<sup>2</sup>  
Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup>; Jose Honorio Lopes Neto<sup>3</sup>

\*Luana Maria Silva – Email: luana.maria2@aluno.ifsertao-pe.edu.br

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil.  
<luana.maria2@aluno.ifsertao-pe.edu.br>, <maria.clara33@aluno.ifsertao-pe.edu.br>,  
<taynara.nogueira@aluno.ifsertao-pe.edu.br>.

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro,  
Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br>, <marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>,  
<camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano,  
Salgueiro, Brasil <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>.

### RESUMO

A busca pela melhoria da saúde é constante e está em ascensão nos últimos anos. Os intolerantes a lactose estão mais evidentes, provocando a indústria alimentícia a fornecer alternativas para este público. O objetivo deste trabalho foi utilizar uma planta não-convencional (PANC) xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) no desenvolvimento de brigadeiro vegano. Foram elaboradas duas formulações, a formulação A (FA) com batata doce e a formulação B (FB) com banana, ambas continham xique-xique em suas formulações. Após a produção do brigadeiro foram realizados testes de aceitação e intenção de compra através do método CATA (*Check-all-that-apply*). Com o teste de aceitação, apesar da amostra FA apresentar notas superiores para textura (5,91) e aparência (5,80), percebeu-se maior intenção de consumo para amostra FB (2,95), possivelmente pela predominância da influência do sabor da amostra FB (6,21). Sendo possível observar que a formulação B, foi mais aceita entre os provadores. Como resultado geral, 40 % dos provadores relataram ter gostado ligeiramente do brigadeiro vegano, seguido por 33 % dos provadores que registraram ter gostado muito. Contudo, a maioria dos participantes (87 %), respondeu negativamente, indicando que não optaria por consumir o brigadeiro vegano. Esses dados evidenciam uma tendência clara de desinteresse ou aversão significativa em relação ao brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), obtendo um baixo nível de aceitabilidade. Assim, a compreensão dessas preferências é crucial para ajustes ou modificações na receita, visando melhorar a aceitação do produto pelo público-alvo?

**Palavras-chave:** análise sensorial; lactose; intolerantes

## INTRODUÇÃO

Em determinadas regiões semi-áridas do nordeste brasileiro, as cactáceas nativas, ao lado de poucas alternativas alimentares, têm sido utilizadas nos períodos de secas prolongadas, como um dos principais (1). Desenvolve-se muito bem nas áreas mais secas da região semi-árida; cresce em solos rasos, em cima de rochas e se multiplica regularmente, cobrindo extensas áreas (2). Sua distribuição ocorre principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Bahia.

A batata-doce é um produto que se destaca tanto pelo sabor e aparência, como também no cenário da indústria, por apresentar alto teor de amido e açúcar. Além disso, a batata-doce apresenta em sua composição compostos bioativos (3). Possui um sistema radicular muito ramificado, com alta capacidade de exploração do solo, o que a torna eficiente na absorção de nutrientes. Entretanto, esta característica leva a um rápido esgotamento da reserva de nutrientes do solo, o que induz os produtores a cultivarem preferencialmente em áreas novas, onde normalmente, há maior disponibilidade de nutrientes, dispensando a adição de fertilizantes. Por outro lado, quando o solo apresenta fertilidade inadequada para a cultura, se faz necessário o uso da adubação (4, 5)

Por ser um produto altamente perecível, a banana tem sua comercialização rápida, racional e feita com uma série de cuidados para que não haja perdas expressivas e o fruto chegue ao seu destino em boas condições. A cultura ocupa o segundo lugar no mundo em área colhida dentre todos os tipos de frutas, superado apenas pelo dos cítricos (6). Ademais, é a fruta de maior consumo mundial depois dos cítricos, fazendo-se presente na dieta das diferentes camadas sociais, seja pela sua importância nutritiva, seja em função do seu preço acessível ao público consumidor e, sobretudo, pelo seu sabor. No Brasil, o consumo é de 34,5 kg/hab/ano, confirmando a elevada demanda do mercado doméstico pelo produto (6, 7).

O cacau é matéria-prima para a fabricação do chocolate, entretanto essa não é a única utilização desse fruto. As sementes, além da produção de chocolate, também são usadas para a produção de cacau em pó e manteiga de cacau, sendo essa última empregada também na indústria farmacêutica e cosmética (8).

O doce brigadeiro com a formulação do leite não pode ser consumido por pessoas portadoras de uma doença conhecida como intolerância à lactose, por apresentar a incapacidade do metabolismo em digerir completamente a lactose presente na composição do leite (9).

Os índices da enzima lactase não persistente na população mundial encontram-se correlacionados com aspectos culturais e com a tradição da pecuária leiteira. Populações que não possuem em sua cultura o hábito do consumo de leite e derivados manifestam uma maior prevalência dos sintomas de intolerância à lactose. Em alguns estudos de qualidade tem-se comprovado que a característica da lactase persistente é autossômica dominante e herdada (10).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (11) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. O objetivo deste trabalho foi utilizar uma planta não-convencional (PANC) xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) no desenvolvimento de brigadeiro vegano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O brigadeiro vegano foi produzido no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do Instituto Federal do Sertão Pernambuco, *campus* Salgueiro. Para elaboração do brigadeiro vegano foram utilizados os seguintes ingredientes: banana prata, batata doce, xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), cacau 50 % (m/m), xilitol e farinha de trigo enriquecida com ácido fólico. O xique-xique foi obtido no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, *campus* Salgueiro. Os demais ingredientes foram adquiridos em um supermercado da cidade de Salgueiro-PE.

As formulações utilizadas para elaboração do brigadeiro vegano estão descritas na Tabela 1.

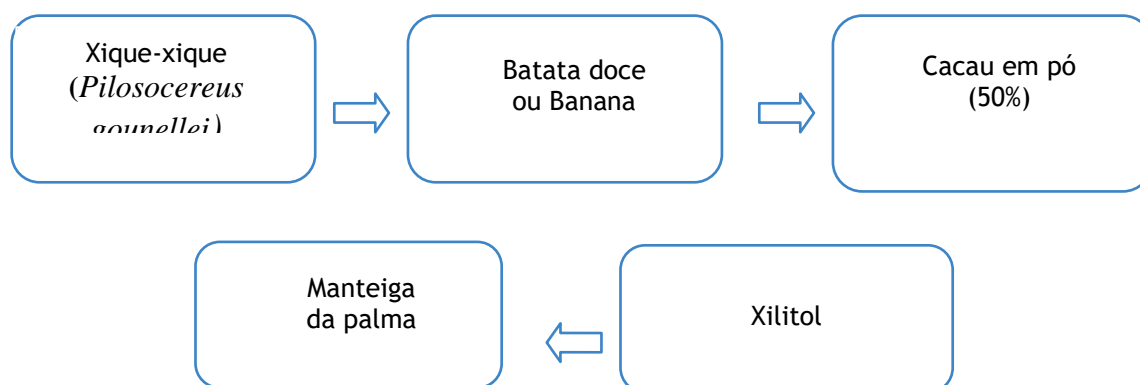
Tabela 1 – Formulações para elaboração de brigadeiro vegano

Ingredientes	Formulação A (FA)	Formulação B (FB)
<b>Xique-xique</b> ( <i>Pilosocereus gounellei</i> )	12	13
<b>Batata doce</b>	83	—
<b>Banana prata</b>	—	82
<b>Cacau (50 %)</b>	4	4
<b>Xilitol</b>	0,7	0,7
<b>Manteiga da palma</b>	0,5	0,5
<b>Farinha de trigo</b>	—	0,3

Fonte: Autor (2024).

Para elaboração do produto, seguiu-se conforme o fluxograma representado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma utilizado para produção do brigadeiro vegano



Fonte: Autor (2024).

Na primeira etapa para o preparo do brigadeiro vegano, foi higienizado o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), em seguida, foi removida toda a casca com o auxílio de uma faca, logo depois foi feita a retirada do miolo, Em seguida, foi realizada a lavagem com água corrente para remover qualquer tipo de resíduo e, por fim, a polpa foi picada em cubos. A

polpa de xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) foi levada para o cozimento com água por cerca de 30 minutos. Após o cozimento, foi utilizado 680 g da matéria prima, posteriormente foi homogeneizada (aos poucos) no liquidificador até virar uma pasta, a qual foi acondicionada em um recipiente.

Para a higienização das batatas doces, foi utilizada uma escova para retirar toda a sujidade da terra, em seguida foram lavadas com água corrente e higienizadas com solução clorada a 200 ppm (v/v). Posteriormente as batatas foram cozidas até atingirem textura macia. Depois que o xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e a batata foram cozidos e amassados, posteriormente foram encaminhados para uma panela, misturados e levados ao fogo com os demais ingredientes (cacau 50 % (m/m), xilitol e a manteiga de palma). Para o processamento da FB, foi seguido o mesmo procedimento da FA, diferindo nos ingredientes usados, os quais foram substituídos por banana e farinha de trigo (que foi adicionado para melhorar a textura).

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende às exigências éticas e científicas disposta na Resolução n° 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IF Sertão PE e aprovado sob o número do Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78467224.8.0000.8052, reconhecido pela comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

O teste sensorial aplicado foi o método afetivo, no qual é possível utilizar julgadores sem treinamento prévio, uma vez que se buscam respostas resultantes de estímulos e reações espontâneas do indivíduo ao degustar e avaliar o alimento. Para a realização do grupo de foco foram selecionadas 8-12 pessoas do curso superior de Tecnologia em Alimentos. Foram servidas uma amostra de cada produto e os julgadores relataram o máximo de atributos sensoriais identificados no produto. Em seguida foram selecionadas as características de maior relevância para elaboração da ficha do CATA. A ficha de recrutamento foi aplicada com objetivo de identificar o perfil dos julgadores, como: faixa etária, gênero, escolaridade, entre outros.

Para a realização do teste de aceitação com intenção de consumo através do método CATA, foram selecionados 100 julgadores não treinados, de ambos os gêneros, entre servidores e alunos recrutados de forma aleatória do Instituto Federal campus Salgueiro-PE. As amostras foram servidas em temperatura convencional de apresentação em porções de 10 gramas, em bandejas de isopor codificadas com números de três dígitos, acompanhadas com copo d'água para eliminação do sabor residual na boca. Foram analisados atributos como: sabor, aparência e textura utilizada em uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 1 significa “desgostei muitíssimo” e a 9 significa “gostei muitíssimo”. A intenção de consumo foi realizada através de uma escala hedônica estruturada de 5 pontos, onde 1 significava “nunca consumiria” e 5 “consumiria sempre”. Na avaliação do CATA os julgadores escolhiam quantas características achassem que fossem pertinentes.

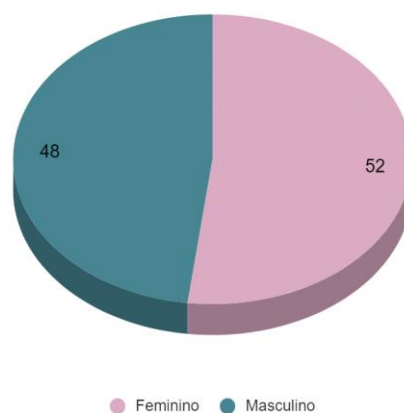
Após a realização dos testes sensoriais por meio da tabulação dos dados e em seguida a análise desses dados do programa estatístico ASSISTAT (7.7 versão Beta), realizado uma análise de variância (ANOVA) e o teste de TUKEY a um nível de significância de 5 %.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 demonstra o resultado da frequência do quesito gênero dos julgadores do brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*).

Cerca de 52 % dos julgadores são do gênero feminino, enquanto os julgadores do gênero masculino compõem 48 % do total. Essa divisão praticamente equitativa sugere uma representação balanceada entre os gêneros na amostra de julgadores, proporcionando uma base diversificada para avaliações e opiniões sobre os produtos em análise. Esses dados são essenciais para assegurar uma avaliação abrangente e representativa do público-alvo em pesquisas relacionadas a características sensoriais e aceitação de produtos.

Figura 2 – Resultado do gênero dos julgadores do brigadeiro vegano

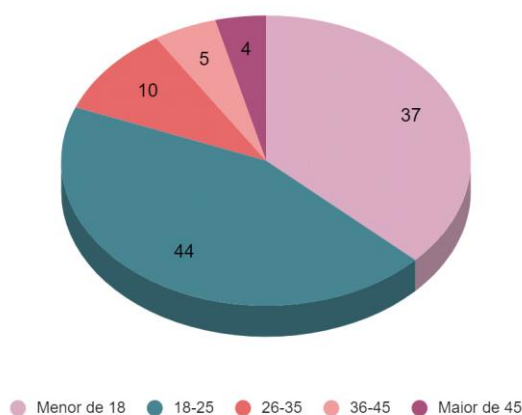


Fonte: Autor (2024).

Estudos (12) revelaram que não se sabe por que as mulheres, em comparação com os homens, são mais propensas a aumentar o consumo de carboidratos e alimentos ricos em gordura quando estão em dificuldades, porém, um dos mecanismos de enfrentamento que as mulheres parecem usar é aumentar o consumo de alimentos ricos em carboidratos e gorduras. (13) explicaram que durante a menstruação há variação do hormônio serotonina (neurotransmissor) e está diretamente relacionado aos prazeres em geral e sensação de bem-estar, quanto mais baixa a serotonina maior a busca pelo sabor doce assim trazendo a sensação de prazer novamente. Levando essas considerações do texto acima, é possível identificar o motivo das mulheres consumirem e apreciarem mais os doces.

O resultado da faixa etária dos julgadores do brigadeiro vegano elaborado com o xique-xique pode ser avaliado através da Figura 3. Assim, pode-se verificar que a faixa etária que predominou no estudo foi a de 18 a 25 anos (44 %), seguida da faixa etária menores de 18 anos (37 %), o que era esperado devido ao ambiente de realização do estudo ser uma instituição de ensino.

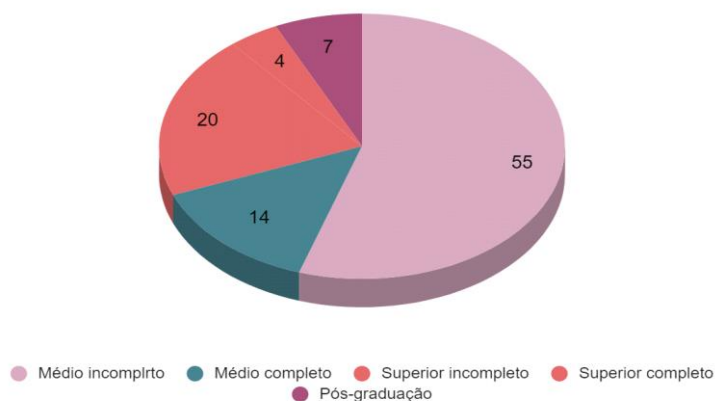
Figura 3 – Faixa etária dos julgadores



Fonte: Autor (2024).

O resultado da faixa da escolaridade dos julgadores encontra-se na Figura 4. A maioria dos julgadores, representando 55 %, possui formação de nível superior incompleto. Em seguida, 14 % dos participantes têm ensino médio completo, enquanto 4 % estão cursando o ensino superior, porém sem conclusão.

Figura 4 – Resultado do nível de escolaridade dos julgadores do brigadeiro vegano



Fonte: Autor (2024).

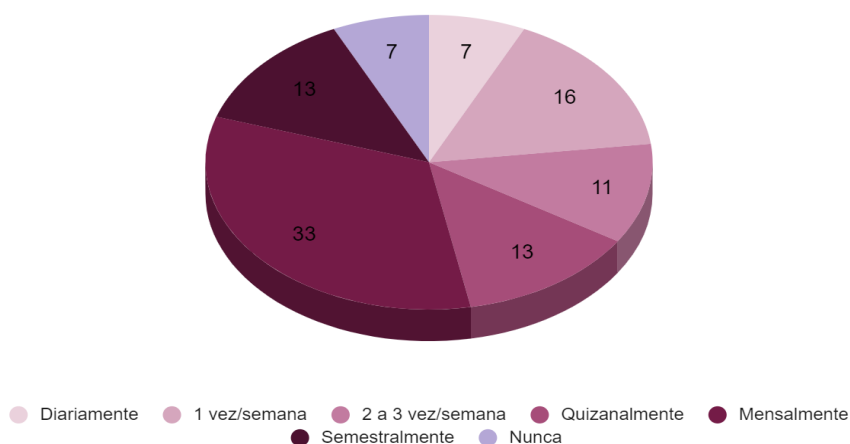
A categoria de nível superior completo representa 20 % dos julgadores, indicando uma presença significativa. Por fim, 7 % dos participantes têm formação em nível de pós-graduação, contribuindo para a diversidade educacional dos julgadores envolvidos no estudo. Essa análise da escolaridade dos julgadores oferece insights valiosos sobre a



composição educacional do grupo, o que pode influenciar as percepções e avaliações sensoriais do produto em análise.

Na Figura 5 estão apresentados os resultados quanto ao consumo de brigadeiro vegano.

Figura 5 – Resultado do consumo dos julgadores do brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*)



Fonte: Autor (2024).

Destaca-se que 7 % consomem brigadeiro diariamente, 16 % semanalmente e 11 % de 2 a 3 vezes por semana. A frequência quinzenal é de 13 %, enquanto a mensal abrange a maioria, totalizando 33 %. Uma minoria (5 %) consome semestralmente, e 7 % afirmam nunca ter consumido. Essa análise oferece percepções detalhadas sobre os hábitos de consumo, sendo crucial para compreender as preferências alimentares desse grupo.

Na Tabela 2 está apresentada a frequência dos valores hedônicos obtidos pelo teste de aceitação em relação aos atributos textura, sabor, aparência e intenção de consumo do brigadeiro vegano. Em relação à intenção de consumo do brigadeiro vegano elaborado com o xique-xique, verificou-se que a amostra FA (com batata) apresentou uma baixa intenção de compra e a amostra FB (com banana) apresentou uma intenção de consumo média.

Verifica-se que foram valores superiores na maioria dos atributos. Para os atributos aparência e cor, não houve diferença estatística ( $p > 0,05$ ) nas duas formulações de brigadeiro, sendo bem aceitas pelas crianças. Destaca-se que cor é um atributo que contribui diretamente para uma maior aceitabilidade de produtos pelos consumidores (14). Em relação ao aroma, sabor e textura, o brigadeiro padrão recebeu maiores notas em comparação ao brigadeiro de aveia e banana. Alguns estudos já evidenciaram a melhor aceitação por produtos elaborados com leite condensado, pois possui uma grande concentração de açúcar e pelo prazer que se sente ao degustar esse sabor. Esse fato pode explicar as maiores notas para a formulação padrão (15, 16)

Tabela 2 – Resultado do teste de aceitação do brigadeiro vegano.

AMOSTRAS	TEXTURA	SABOR	APARÊNCIA	INTENÇÃO DE CONSUMO
A	5,91 ± 41,95 <sup>a</sup>	5,62 ± 43,91 <sup>a</sup>	5,80 ± 45,11 <sup>a</sup>	2,67 ± 46,56 <sup>a</sup>

**B**  $5,61 \pm 41,95^b$   $6,21 \pm 43,91^b$   $5,68 \pm 45,11^b$   $2,95 \pm 46,56^b$

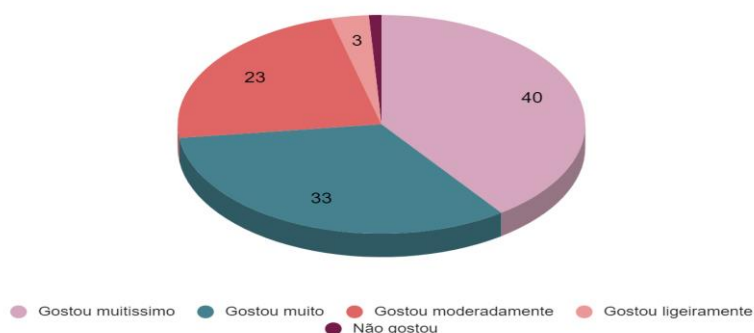
Fonte: Autor (2024).

Apesar disso, a nota média de F2 permaneceu em 6 (“muito bom”), o que demonstra a elevada aceitabilidade do produto. Não houve diferença entre as amostras ( $p > 0,05$ ) quanto à aceitação global e à intenção de compra, corroborando com (16), ao comparar a aceitação por adultos de brigadeiros adicionados de soja e ingredientes convencionais. (17) analisaram a intenção de compra de um doce de banana sem açúcar e também obtiveram resultados aceitáveis, em que 34% dos julgadores adultos apontaram que comprariam o produto. No Figura 1, verifica-se o fluxograma das formulações de brigadeiro padrão e daquelas adicionadas de aveia e banana em relação aos atributos de aparência, aroma, sabor, textura e cor.

Neste trabalho os autores averiguaram que este brigadeiro teve pouca aceitação pelos avaliadores, na qual 87% classificou como “não comeriam”, 13% “comeriam”. (18) ao comparar a aceitação do brigadeiro de biomassa do xique-xique com as duas formulações diferentes (Batata e Banana), verificaram que a aceitação foi inferior a 70%, o que evidencia a necessidade de alteração na formulação do brigadeiro.

Na figura 6 estão apresentados os dados da aceitabilidade da formulação de brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique.

Figura 6 – Resultado da preferência dos julgadores ao brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*).



Fonte: Autor (2024).

A figura ilustra os níveis de apreciação dos julgadores em relação ao brigadeiro. Nota-se que uma parcela significativa, representando 40%, expressou um alto nível de satisfação ao afirmar que “gostou muitíssimo” do brigadeiro. Além disso, 33% dos julgadores indicaram ter apreciado bastante, classificando sua experiência como “gostou muito”. Uma parte considerável, equivalente a 23%, expressou uma apreciação moderada, indicando que “gostou moderadamente” do brigadeiro. A minoria, 3%, relatou ter gostado ligeiramente, enquanto apenas 1% afirmou não ter gostado do doce.

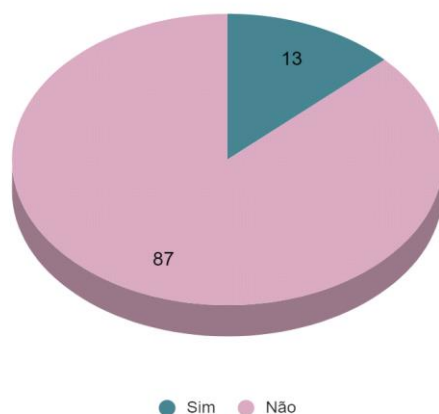
Essa análise oferece uma visão abrangente da receptividade dos julgadores em relação ao brigadeiro, destacando a predominância de opiniões positivas e uma minoria com avaliações neutras ou negativas. Esses dados são valiosos para compreender a aceitação do produto e podem ser fundamentais para aprimorar sua qualidade com base nas preferências do público.

O doce de chocolate brigadeiro com o potencial funcional, ao avaliar o resultado, não foi aceitável pelo seu público, o desenvolvimento e análise sensorial de doce brigadeiro contendo mandioca, em comparação ao resultado obtido no brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique, o produto elaborado apresentou boa aceitação com escore variando de 6 (gostei moderadamente) a 8 (gostei muito).

Em relação ao sabor, menor aceitabilidade pelos consumidores, apesar disso, a nota média do brigadeiro funcional permaneceu em 6 (gostei moderadamente), o que demonstra a boa aceitabilidade do produto, alguns dos participantes comentaram que o brigadeiro ficou menos adocicado que o tradicional, devido à preferência ser de achocolatado doce. Os atributos de aparência, cor, textura e aroma mostraram resultados positivos, sendo bem aceitas pelos avaliadores. Destaca-se que cor é um atributo que contribui diretamente para uma maior aceitabilidade de produtos pelos consumidores. Ao discutir os trabalhos apresentados, mostra que o brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique não foi tão aceito quanto ao doce de brigadeiro contendo mandioca.

Na figura 7 está apresentado o resultado do teste de intenção de consumo do brigadeiro vegano elaborado com PANC xique-xique (*Pilosocereus gounellei*).

Figura 7 – Teste de intenção de consumo do brigadeiro vegano elaborado com planta não-convencional xique-xique (*Pilosocereus gounellei*)



Notavelmente, a maioria dos participantes, equivalente a 87%, respondeu negativamente, indicando que não optaria por consumir esse brigadeiro vegano. Em contraste, apenas 13% dos entrevistados expressaram interesse em comer o doce preparado com a biomassa do xique-xique. Esses dados evidenciam uma tendência clara de desinteresse ou aversão significativa em relação ao brigadeiro vegano específico elaborado com esse ingrediente específico. A compreensão dessas preferências é crucial para ajustes ou modificações na receita, visando melhorar a aceitação do produto pelo público-alvo.

Segundo Pereira et al. (19) obtiveram índice de aceitabilidade satisfatório para textura do doce brigadeiro contendo cenoura. (16) encontraram valores de aceitação equivalente a 32% dos julgadores no atributo textura para brigadeiros elaborados à base de soja. (20) concluíram em seu estudo que o sabor, aroma e aparência do brigadeiro de mandioca comprometeram e definiram a qualidade do alimento, constataram ainda uma consistência viscosa, mesmo assim seu brigadeiro obteve aceitabilidade.

Quanto ao índice de aceitabilidade do brigadeiro de mandioca, os resultados foram satisfatórios, sendo que mais de 50% dos avaliadores gostaram muito e mais de 30% gostaram regularmente, com uma aceitabilidade de 89,85%. Brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique teve o atributo “Gostou muitíssimo” de 40% das respostas. Para o atributo “Gostei muito” foi de 33% dos avaliadores que gostaram, “Gostou moderadamente” (23%), 3% classificou o brigadeiro como “Gostei ligeiramente” e somente 1% classificou como “Não gostei”. Em vista a essas informações pode-se ver que o brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique teve resultados mais classificados que o brigadeiro contendo cenoura e o brigadeiro funcional contendo mandioca.

Na Figura 8 estão apresentados os resultados quando a pré-disposição, para possuir alergia à matéria prima descrita no brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique, banana, batata ou xique-xique (*Pilosocereus gounellei*). Consideravelmente, a grande maioria dos participantes, representando 99 %, declarou não ter alergia a nenhum dos ingredientes mencionados: banana, batata ou xique-xique (*Pilosocereus gounellei*). Em contrapartida, apenas 1% dos entrevistados afirmou ter alergia a alguma dessas matérias-primas.

Figura 8 – Possui alguma alergia a banana ou batata doce.



Esses dados indicam uma baixa incidência de alergias às matérias-primas utilizadas na elaboração do brigadeiro vegano, sugerindo que a receita é geralmente segura para a maioria dos consumidores. No entanto, a atenção contínua à segurança alimentar é crucial, especialmente para atender às necessidades de indivíduos com alergias específicas, mesmo que em uma proporção reduzida. Essa informação é essencial para garantir a aceitação e segurança do produto no mercado.

Tabela 3 – Frequência dos atributos mencionados pelos julgadores no questionário CATA para descrever a formulação do brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique (*Pilosocereus gounellei*)

CARACTERÍSTICAS	FA	FB
Aparência de biscoito	44	34
Bonita	39	26
Textura mole	36	27

Sabor banana	12	27
Derrete na boca	6	27
Aparência opaca	25	13
Textura leve	24	25
Textura agradável	24	21
Aparência atrativa	20	23
Textura úmida	17	23
Brigadeiro gourmet	21	14
Saboroso	6	19
Textura macia	11	16
Aparência de Brownie	15	15

Fonte: Autor (2024). A tabela apresenta as características da amostra quanto a aparência de biscoito, bonita, textura mole, sabor banana, derrete na boca, aparência opaca, textura leve, textura agradável, aparência atrativa, textura úmida, brigadeiro gourmet, saboroso, textura macia, aparência de brownie. O primeiro item apresenta a numeração da amostra quanto ao derrete na boca entre 44 da amostra FA e 34 da amostra FB. Em relação a características bonitas, a média obtida foi de 39 da amostra FA e 26 da amostra FB. Em relação a textura mole 36 provadores concordaram com essa característica na amostra FA já 27 provadores concordaram que essa característica se encaixa na amostra FB. O sabor da banana está presente na amostra FB, 27 dos provadores sentiram o sabor na amostra já na amostra FA teve apenas 12. Derrete na boca teve 6 na amostra FA e 27 na amostra FB. O brigadeiro apresentou aparência opaca na sua estrutura, mais nítido na amostra FA com 25 dos provadores, notando essa característica a amostra FB teve 13. A textura leve dos brigadeiros foi bem aceitável nas duas amostras, tendo 24 na amostra FA e 25 na amostra FB. Na textura agradável a amostra FA se destacou com um total de 24 e na amostra FB, 21. Na aparência atrativa as duas se mostraram em pouco nível de diferença a amostra FA com 20 e a amostra FB, 23. O brigadeiro apresentou textura úmida, sendo 17 na amostra FA e 23 na amostra FB. Na opção brigadeiro gourmet a amostra FA obteve 21 e a amostra FB 14. Entre a duplicata, o brigadeiro que se mostrou mais saboroso entre os provadores foi da amostra FB, com 19 e na amostra FA, apenas 6 dos provadores. Na textura macia, 16 dos provadores confirmaram que se encaixava na amostra FB e 11 na amostra FA. Os dois apresentaram média igual na aparência de brownie.

Observa-se que a amostra FA obteve um resultado superior no requisito aparência, já a mostra FB se destacou mais na textura e sabor.

## CONCLUSÕES

Após análise dos dados obtidos, foi possível observar que a utilização da planta não-convencional XIQUE-XIQUE (*Pilosocereus gounellei*) no desenvolvimento de brigadeiro vegano não influenciou no resultado adquirido, tornando influenciável o diferencial das amostras (banana prata e batata doce).

De acordo com a escala hedônica, pode-se concluir que o Brigadeiro vegano elaborado com a biomassa do xique-xique, não obteve uma boa aceitação entre os avaliadores, obtendo um baixo nível de aceitabilidade.




## REFERÊNCIAS

1. Silva JGM, Silva DS, Ferreira MA, Lima GFC, Melo AAS, Diniz MCNM. Xique-xique (*Pilosocereus gounellei* (A. Weber ex K. Schum.) Bly. ex Rowl.) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) na alimentação de vacas leiteiras. Rev Bras Zootec. 2005; 34:1408-1417.
2. Gomes, RP. Forragens fartas na seca. 4. ed. Nobel; 1977.
3. Silva VNS, Fonseca KS, Sá SA, Souza JFN, Júnior APB, Simões AN. Tempo de colheita como modulador de fotoquímicos em cultivares de batata doce para a indústria. Rev caatinga. 2022; 35:956-963.
4. Pimentel, AAMP. Olericultura no tropico úmido: hortaliças na Amazônia. Agronômica Ceres; 1985.
5. Silva JBC, Lopes CA, Magalhães JS. Tuberosas amiláceas Latino Americanas. Embrapa; 2002
6. Alves EJ. A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Embrapa; 1997.
7. Matsuura FCAU, Costa JIP, Follegati MIS. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. Rev Bras Frut. 2004; 26:48-52.
8. Brasil, Portaria SVS/MS N° 326, de 30 de julho de 1997. Estabelece os requisitos gerais (essenciais) de higiene e de boas práticas de fabricação para alimentos produzidos/fabricados para o consumo humano. Secretaria de Vigilância e Saúde e Ministério da Saúde. 1997.
9. Mattar CW, Wilson Gf. Intolerância à Lactose: Mudança de paradigmas com a biologia molecular. Rev Assoc Med Bras. 2010; 56:230-236.
10. Swallow DM. Genetics of lactase persistence and lactose intolerance. Ann Rev Gen. 2003; 37:197-219.
11. ABNT. NBR ISO 8586: Análise Sensorial – Guia geral para a seleção, treinamento e monitoramento de avaliadores selecionados e de especialistas ou experts. Rio de Janeiro, p. 33. 1993.
12. Christensen L, Brooks A. Changing food preference as a function of mood. J Psychol. 2006; 140:293-306.
13. Sateles DS, Silva FBL. A alimentação no combate à tensão pré-menstrual (TPM). Rev Med Saú. Bras. 2020; 7.
14. SENAI. Departamento Regional do Paraná. Análise sensorial de alimentos. Curitiba, p. 35-46. 2000.



15. Costa NBE, Borem A. Biotecnologia e nutrição. São Paulo: Nobre; 2003.
16. Pires LS, Maneira AAM. Análise das propriedades sensoriais e aceitação Mercadológica do brigadeiro de soja [Internet]. Uberaba-MG; 2010 [acesso em 14 jan 2024]. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster\\_120.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster_120.pdf)
17. Carneiro ABM, Mendonça AL. Doce de banana, sem açúcar e com aproveitamento da casca. Rev Ciên Amb Saúde. 2009; 36:875–883.
18. Silva GS, Costa JS, Araújo JF, Cavalcanti MT. Avaliação sensorial de doce de chocolate "brigadeiro" com potencial funcional. 2015. Cad Verde Agroec Desenvol Susten. 2015; 4:1-6.
19. Pereira TS, Leite DDF, Vieira NC, Silva FS, Santos AF. Avaliação da qualidade físico-químicas e sensorial de brigadeiro de cenoura [Internet]. Campina Grande-PB; 2012 [acesso em 14 jan 2024]. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster\\_120.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/enect/2012/Poster_120.pdf).
20. Costa, AO et al. Teste de aceitação de brigadeiro de macaxeira [Internet]. Anais da Semana Científica. Teresina-PI; 2012 [acesso em 14 jan 2024]. Disponível em: [https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2014/CS\\_01346.pdf](https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2014/CS_01346.pdf)

## IMPORTÂNCIA DO LEITE E DE SEUS PRINCIPAIS DERIVADOS

Tatiane Teixeira Tavares \*; Lorena Evangelista Fernandes ; Marcel Gomes Paixão ; Luisa Cordeiro de Oliveira ; Clarice Coimbra Pinto ; Sarah Pereira Lima 

\*Autor correspondente (Corresponding author) - Email: tatiteixeiratavares@gmail.com

**Resumo:** A produção de leite para consumo seja em sua forma integral ou através da ingestão de derivados lácteos é relatada há milênios. Apesar de o leite bovino ser o mais consumido mundialmente, evidencia-se um aumento no consumo de leites de outras espécies, como a búfala, cabra e ovelha, nos quais possuem peculiaridades em relação a sua composição. O objetivo da venda do leite para consumo humano ou fabricação de derivados lácteos é fornecer alimentos de forma segura ao consumidor e, para tal, o leite processado segue normas e padrões federais, nas quais exigem que o mesmo seja produzido de forma higiênica e, também, se preocupando com a saúde do animal. Tal objetivo pode ser alcançado garantindo que as características do leite obedeçam aos seguintes padrões: alto valor nutritivo do leite; sabor e odor agradáveis; cor branca amarelada; aspecto uniforme; baixa contagem de células somáticas; ausência de microrganismos causadores de doenças; ausência de agentes contaminantes; livre de agentes adulterantes. Os produtores que obedecem a esses padrões são bonificados financeiramente e, atualmente, o Brasil é o quinto maior produtor mundial de leite e o mercado encontra-se em expansão, ao nível de ultrapassar a taxa de crescimento populacional. Dentre os derivados lácteos, destacam-se o leite em pó, iogurte, queijos, manteiga, requeijão, creme de leite, leite condensado, ricota, doce de leite, sorvete e kefir. O objetivo deste estudo foi demonstrar a importância do leite e seus principais derivados na saúde humana e na economia nacional; além disso, objetivou-se também destacar as variações de composição de acordo com a espécie, uma vez que o leite para consumo humano está cada vez mais proveniente de diferentes ruminantes.

**Palavras-chave:** alimentos seguros; lácteos; laticínios

### INTRODUÇÃO

O leite e os produtos lácteos em geral, fazem parte da dieta humana há milhares de anos, principalmente pela riqueza de nutrientes da qual é constituído. É fonte de proteínas com alto valor biológico, além de contribuir expressivamente para as necessidades de diversos minerais e vitaminas tanto para crianças, quanto para adultos, sendo considerado muito popular dentre os produtos de origem animal. Desempenha um papel crucial como uma das principais fontes de cálcio, magnésio, selênio e vitamina B12. A ausência de sua ingestão pode resultar em prejuízos para o desenvolvimento ósseo, afetando não apenas esses, mas também os dentes e outras funções do organismo (1). Além disso, a cadeia produtiva do leite representa uma valiosa fonte de renda, sendo uma das commodities agropecuárias mais significativas no Brasil (2).

O leite é basicamente composto por água (87-88%) e elementos sólidos (de 12-13%), também chamados de extrato seco total. Dentre os elementos sólidos do leite, destacam-se os sacarídeos, os lipídios, as proteínas, os minerais e as vitaminas. Normalmente, uma baixa contagem de células somáticas também é encontrada no leite, devido à descamação do tecido da glândula mamária do sistema imune, o qual é responsável pela defesa do organismo; no entanto, uma alta contagem de células somáticas (acima de 200 mil células/ml de leite), pode indicar um quadro de mastite, ocasionada principalmente por infecções bacterianas no úbere (3).

O leite é um alimento facilmente encontrado em todos os quatro cantos do mundo. Em condições normais, o leite bovino possui coloração branca, fosca, com mais viscosidade em relação à água, com aroma quase imperceptível e um sabor levemente adocicado (3). Sua constituição varia de acordo com a raça, espécie, alimentação, individualidade, estágio de lactação, entre outros fatores. O leite bovino é o mais utilizado na produção de laticínios e o mais conhecido mundialmente, entretanto, não é o único adequado para o consumo. Dentre os diversos animais capazes de produzi-lo a níveis comerciais, destacam-se a búfala, cabra, ovelha, camela e égua (4).

O leite bovino possui variações nos teores de seus constituintes, sendo a lactose seu principal componente, sendo este componente o que possui menor variação de concentração, representando cerca de 70% dos sólidos do leite seguidos da gordura, que possui uma variação ampla em sua concentração, devido principalmente a dieta ofertada aos animais. Na Figura 1, podem ser observados os teores mínimos dos principais sólidos do leite bovino que o leite pasteurizado deve possuir, segundo o MAPA, 2018 (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

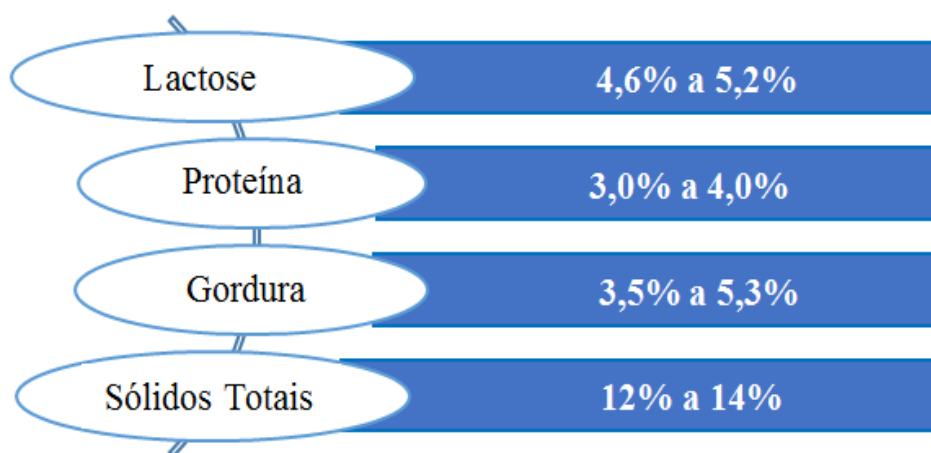


Figura 1 - Porcentagem dos principais sólidos presente no leite bovino. Fonte: Dos autores, 2024.

O objetivo deste estudo foi demonstrar a importância do leite e seus principais derivados na saúde humana e na economia nacional. Bem como demonstrar suas variações de composição de acordo com a espécie em questão, uma vez que o leite para consumo humano está cada vez mais proveniente de diferentes ruminantes, como búfala, cabra e ovelha.

## **METODOLOGIA**





Para o presente artigo, foram realizadas buscas sistematizadas nas bases de dados *Science Direct*, *Pubmed* e *Google Acadêmico*, no mês de novembro a dezembro de 2023,

por meio de descritores relacionados a leite, milk, derivados lácteos, dairy products, qualidade do leite, milk quality, leite de diferentes espécies e milk from different species. Foram selecionadas 42 publicações para discussão e síntese das informações.

## LEITE DE DIFERENTES ESPÉCIES

Como dito anteriormente, o predomínio do consumo de leite bovino no Brasil está sendo desafiado pelo notável crescimento no mercado de leite e seus derivados provenientes de outras espécies de mamíferos, como cabra, ovelha e búfala. Essa tendência não é apenas impulsionada por restrições alimentares, como alergias à proteína do leite bovino e problemas gastrointestinais, especialmente em idosos, mas também, por fatores como a busca por produtos com sabores distintos e a percepção de que os lácteos alternativos podem ser mais nutritivos, saudáveis e de fácil digestibilidade, por apresentarem pequenas diferenças em sua composição (Tabela 1) (5). Em resposta a esse aumento no consumo de leite e derivados de diferentes espécies, os produtores têm ampliado seus investimentos nessa atividade.

Tabela 1 - Valores médios dos macronutrientes em leites de diferentes ruminantes

Macronutrientes				
	Vaca	Cabra	Ovelha	Búfala
Gordura (%)	3,6	4,1	7,9	8,0
Lactose (%)	4,7	4,5	4,9	4,9
Proteína (%)	3,3	3,5	6,2	4,2
Caseína (%)	2,6	2,3	4,7	3,2
αS1 - caseína	40,9	5,6	6,7	37,5
(%) da caseína				
αS2 - caseína	10,8	19,2	22,8	7,0
β - caseína	36,4	54,8	61,6	44,5
κ - caseína	11,9	20,4	8,9	11,0

É pertinente observar que o teor de gordura no leite de búfalas excede aquele presente no leite bovino, fato considerável pela importância nutricional e sensorial do alimento. Este apresenta um valor energético maior, com 40% a 60% a mais que o de bovino, e uma maior relação gordura/proteína. O teor de gordura mais elevado, neutraliza o amargor das proteínas, deixando o alimento mais agradável ao paladar, e com maior sensação de preenchimento na boca. Em relação ao leite bovino e bubalino, o leite caprino destaca-se pela presença de glóbulos de gordura menores. Essa característica contribui para uma melhor digestibilidade do leite de cabra, particularmente benéfica para indivíduos com problemas digestivos.

O leite de ovelha se destaca ao apresentar até três vezes mais proteínas do soro em comparação com o leite de outras espécies. Embora compartilhe semelhanças na composição da proteína β-caseína com o leite de cabra, o leite de ovelha é caracterizado por um elevado

teor de caseína (proteína mais abundante no leite, desempenhando importantes funções, que vão desde saúde dos músculos a efeito antioxidante) e gordura (6).

## QUALIDADE DO LEITE

Segundo o MAPA, entende-se por leite o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta e em boas condições de higiene, de vacas saudáveis, bem alimentadas e descansadas (7). Para o leite ser considerado de boa qualidade, deve apresentar algumas características, as quais estão reportadas na Figura 2.



Figura 2 - Características do leite de boa qualidade. Fonte: Dos autores, 2024.

Atualmente, existem várias normativas que estão em vigor para a produção de leite em todo o país MAPA. Destaque pode ser dado às normativas IN nº 76, que tem por finalidade informar características e a qualidade do leite na indústria e a IN nº 77 que define os critérios para obtenção de um produto de alto valor nutricional e seguro ao consumidor (8).

A implementação de Boas Práticas Agropecuárias e protocolos de fabricação assume relevância primordial na mitigação de contaminação por fungos e microrganismos. Além disso, é crucial proporcionar orientações aos produtores acerca das questões higiênic-sanitárias inerentes ao processo de ordenha, evitando-se assim altas contagens de bactérias totais (CBT) (associados à higiene de produção e refrigeração do leite) e contagens de células somáticas (CCS) (associados ao quadro denominado mastite – infecção do úbere por microrganismos) que afetam a qualidade do leite. A metodologia de armazenamento do leite constitui elemento essencial para assegurar sua qualidade, prevenindo perdas que não apenas comprometem a qualidade do produto, mas também acarretam prejuízos econômicos aos produtores, além de representar um potencial risco à saúde da população consumidora (3).

## **FRAUDES EM LEITE**

A composição do leite pode sofrer variações devido a fraudes antes e/ou durante o seu processamento. De acordo com a Instrução Normativa nº 76, o leite cru refrigerado não deve apresentar substâncias estranhas à sua composição, tais como agentes inibidores do crescimento microbiano, neutralizantes da acidez e reconstituintes da densidade ou do índice crioscópico (9). O que pode acarretar prejuízos como redução de rendimento, aumento de gastos com operações unitárias industriais, diminuição do valor nutricional, alteração da qualidade do produto final, além de causar risco eminente aos consumidores em decorrência da presença de substâncias não identificadas no rótulo e/ou potencialmente perigosas (10).

A Instrução Normativa nº 77 (8), estabelece que a cada recebimento de leite na usina de beneficiamento deve ser realizada análises de cada compartimento do tanque do veículo transportador, para verificação dos seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura; teste do Álcool/Alizarol na concentração mínima de 72% v/v (setenta e dois por cento volume/volume); acidez titulável; índice crioscópico; densidade relativa a 15/15°C (quinze/quinze graus Celsius); teor de gordura; teor de sólidos totais e teor de sólidos não gordurosos. Ademais, devem ser realizadas análises para pesquisa de substâncias que não fazem parte da composição do leite, como os neutralizantes de acidez; reconstituintes de densidade ou do índice crioscópico; agentes inibidores do crescimento microbiano e resíduos de produtos de uso veterinário.

As fraudes em produtos lácteos podem ser realizadas pela utilização de um ingrediente mais barato para substituir o mais caro ou pelo processamento ilegal de produtos, alterando assim suas propriedades sensoriais e nutricionais. A Figura 3 apresenta algumas das principais fraudes realizadas no leite e em seus derivados.





Figura 3 - Possibilidades de adulterações do leite e seus derivados. Fonte: Dos autores, 2024.

Diversas metodologias podem ser utilizadas para identificar adulterações em derivados lácteos, dentre eles, destacam-se Eletroforese, análise por Cromatografia Líquida de Alta Resolução, Espectrometria de Massa, Análises das Frações Proteicas, Marcadores para Detecção de Gorduras Adulteradas, Cromatografia Gasosa, Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio e Carbono, Espectroscopia de Infravermelho (11, 12, 13).

## O MERCADO DO LEITE

A indústria de laticínios no Brasil estabeleceu por muitos anos o preço do leite aos produtores com base no volume de leite ofertado ao comprador. Todavia, mais recentemente, diversas indústrias incluíram o pagamento do leite pela sua qualidade composicional e higiênico-sanitária, ou seja, passou a ser considerado também o teor de alguns de seus constituintes, CCS e CBT, além do volume. O leite é considerado um dos produtos mais importantes no mercado mundial, sendo consumido por bilhões de pessoas, em suas diferentes formas, cru ou processado e transformado em produtos lácteos (14). A produção interna de leite do Brasil é a quinta maior do mundo (15).

A produção, o consumo e o comércio de leite e derivados lácteos vêm crescendo no planeta a uma taxa superior ao da expansão populacional, segundo informações da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. Enquanto a população cresceu 27% nos últimos 20 anos (atingindo 7,75 bilhões de pessoas em 2020), a produção de leite avançou 56%, atingindo 906 bilhões de litros (sendo 81% de vaca, 15% de búfala e 4% de cabra, ovelha e camelos), permitindo uma aceleração de 23% no consumo per capita,

que atingiu 117 Kg equivalente leite/habitante ao ano. Desse montante de 906 bilhões de litros de leite produzidos e comercializados no planeta em 2020, 51% do total foram consumidos na sua forma fluída e derivados em geral, 20% em queijos, 18% em manteiga e 11% em leite em pó (desnatado e integral), gerando um valor bruto da produção próximo de US\$ 433 bilhões (equivalente a 30% do PIB brasileiro) (16).

## LEITE E SEUS DERIVADOS

O leite e os seus derivados fazem parte da lista de alimentos essenciais para o nosso bem-estar. Durante toda a nossa vida, independentemente da idade, necessitamos da ingestão de alguns nutrientes e, dentre eles, o cálcio é um dos mais importantes. A Figura 4, apresenta alguns dos alimentos mais nutritivos e completos derivados do leite, os quais irão acrescentar propriedades benéficas à saúde, contribuindo para uma alimentação mais saudável e rica em nutrientes.



Figura 4 - Diferentes formas de consumo do leite. Fonte: Dos autores, 2024.

Existem produtos lácteos submetidos a processos fermentativos, exemplificados por queijo, iogurte e probióticos, incluindo leites fermentados e iogurtes naturais. Por outro lado, há produtos lácteos não submetidos a fermentação, como leite, manteiga e sorvetes. A seguir, serão apresentados alguns dos alimentos derivados do leite de maior relevância.

- Leite em pó – Produto rico em cálcio, fósforo e outros componentes úteis. Possui inúmeros benefícios para a saúde e vantagens como versatilidade, maior validade, facilidade de armazenamento além de economia de espaço. Seu consumo auxilia no reforço do tecido ósseo, normaliza o sistema cardiovascular, melhora a visão, evita o envelhecimento da pele (17).
- Iogurte – É um produto derivado da fermentação do leite por duas bactérias (*Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*), que pode ser consumido puro, em sua forma natural ou acrescido de outros ingredientes. Possui consistência cremosa e, além de sua função nutricional, tem a capacidade de regularizar o intestino, fortalecer os ossos, além de ser rico em proteínas e ser facilmente digerido pelo organismo (18).
- Queijo – Produzido a partir da coagulação do leite; primeiramente pela acidificação bacteriana do leite e depois pela transformação enzimática do leite em coalhada e soro. Dentre os principais benefícios de seu consumo pode-se destacar a prevenção do câncer de intestino, redução do colesterol, regulação do trânsito intestinal além de fortalecer os ossos e os dentes. É o derivado do leite mais consumido pelos brasileiros (19).

- Manteiga – Favorece a absorção das vitaminas lipossolúveis, como a vitamina A, D e E, por apresentar gordura. O que lhe compete a função de proteger a visão, evitar o aparecimento de osteoporose e ser um potente agente antioxidante (20).
- Requeijão – É rico em cálcio, possui proteínas, vitaminas A, ferro e potássio. Seu consumo diário ajuda a regular a pressão arterial, contribui na prevenção da hipertensão, ajuda na composição de ossos e dentes, além de exercer importante papel na condução dos impulsos nervosos e na contração do coração (21).
- Creme de leite – É preparado por meio da centrifugação entre a parte lipídica, menos densa, e o leite desnatado. O creme de leite é um ingrediente versátil e delicioso que é amplamente utilizado na culinária em todo o mundo. Feito a partir da gordura do leite de vaca, o creme de leite adiciona uma textura rica e cremosa a uma variedade de pratos, desde molhos até sobremesas (22)
- Leite condensado – É uma mistura semilíquida formada por leite e açúcar que é submetida a um processo de evaporação e resfriamento. Rico em cálcio, potássio e fósforo, eficiente para a formação óssea e contração muscular, sendo considerado uma ótima fonte de energia para quem tem um gasto calórico muito alto (23).
- Ricota – É feita a partir do soro do queijo, e não diretamente do leite, o que a confere alto teor de proteínas solúveis. Muito utilizada em dietas, por possuir baixo valor calórico, baixo teor de gordura e sem sal (24).
- Doce de leite – É composto basicamente por carboidratos de rápida absorção, um alimento que além de saciar a vontade de ingestão doce, gera energia de forma rápida e eficaz. Por muitas vezes conter fibras adicionadas em sua composição, auxilia no bom funcionamento do intestino e ainda promove saciedade por tempo longo (25).
- Sorvete – É indicado em alguns pós-operatórios, uma vez que seu aspecto gelado possui propriedades analgésicas e evita hemorragias. Além de seu consumo normal, geralmente também é indicado em casos de tratamentos como quimioterapia, ou em cirurgias para retirada de amídalas, refluxo gastroesofágico, cirurgias ortodônticas, entre outras (19).
- Kefir - Entende-se por kefir o produto cuja fermentação se realiza com cultivos ácido-lácticos elaborados com grãos de kefir, *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter* com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono (26).

## CONCLUSÕES

O leite de diferentes espécies, como bovino, búfalo, camela, cabra e ovelha, é um alimento saudável e rico em nutrientes, que está entre os humanos há milhares de anos. Além de possuir alto valor biológico, seu consumo contribui expressivamente para suprir as necessidades de diversos minerais e vitaminas entre os seres humanos das mais variadas faixas etárias, sendo facilmente encontrado em todas as regiões do mundo.

Para o consumo seguro pelos humanos, o leite deve possuir boa qualidade, as quais são inspecionadas pelo MAPA. É considerado um dos produtos mais importantes do mercado, nenhum produto comercial substitui o leite em sua composição e nutrição. É consumido por bilhões de pessoas nas suas diferentes formas, como o cru, processado ou transformado em diversos produtos lácteos, fatores esses, que aquecem o mercado global.

Dentre os derivados do leite pode-se destacar alguns alimentos mais importantes e com diversos benefícios para a saúde humana, como o leite em pó, iogurte, queijo, manteiga, requeijão, creme de leite, leite condensado, ricota, doce de leite, sorvete, entre outros, todos com alto potencial proteico e ricos nutricionalmente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as instituições que contribuíram diretamente para a execução desse trabalho, como a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - Instituto de Laticínios Cândido Tostes (EPAMIG-ILCT).

## REFERÊNCIAS








1. Camara AO, Moraes OMG, Rodrigues L. Tipos de leite e sua contribuição na ingestão diária de sódio e cálcio. *Ciência & Saúde Coletiva* 2019; 24:3099-3106.
2. Silveira RC, Smchmidt V. Perfil do consumidor de leite de cabra e derivados. *Revista Higiene Alimentar* 2022; 36:294-302.
3. Muller T, Rempel C. Qualidade do leite bovino produzido no Brasil – Parâmetros físico-químicos e microbiológicos: uma revisão integrativa. *Visa em Debate: Sociedade, Ciência e Tecnologia* 2021; 9:122-129.
4. Vidal AMC. Obtenção e processamento do leite e derivados [tese]. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo; 2018.
5. Roy D, Ye A, Moughan PJ, Singh H. Composition, structure, and digestive dynamics of milk from different species: A Review. *Frontiers in Nutrition* 2020; 7:1-17.
6. Bernardi M, Alves JS, Guimarães BG, Marques, TC, Silva, MAP. Leite de diferentes espécies e produtos derivados [Internet]. Piracicaba: Revista MilkPoint; 2021 [acesso em Nov 2023]. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/industria-de-laticinios/leite-de-diferentes-especies-e-produtos-derivado-225111/>
7. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 51, 18 de setembro de 2002. Aprovar os Regulamentos Técnicos de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, do Leite tipo B, do Leite tipo C, do Leite Pasteurizado e do Leite Cru Refrigerado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. *Diário Oficial da União*. 20 set 2002.
8. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa 77, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. *Diário Oficial da União*. 26 nov 2018, Seção 1:10.
9. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 76 de 26 de novembro 2018. Aprova o Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e o Leite pasteurizado tipo A. *Diário Oficial da União*. 30 nov 2018; Seção 1:9.

10. Panciere BM, Ribeiro LF. Detecção e ocorrência de fraudes no leite fluido ou derivados. Revista GETEC. 2021; 10:1-17.
11. Lima JS. Espectrofotometria FTIR (fourier transform infrared) e técnicas de aprendizado de máquina para a detecção de fraude por adição de soro de queijo ao leite cru [Tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2021.
12. Pillidge C, Afshari R, Gill H. Cheese quality and authenticity: new technologies help solve an age old problem. Microbiology Australia 2022; 43:52-56.
13. Silva AAN, Batista KO, Araújo RABM, Bastos RA. Ice cream: a review. Brazilian Journal of Development 2022; 8:37310-37325.
14. Siqueira KB. O mercado consumidor de leite e derivados. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) 2019; 1:1-17.
15. EMPRAPA. Anuário Leite 2021 – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Internet]. Juiz de Fora: Embrapa 2021 [acesso em 10 de Out de 2023]. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224371/1/Anuario-Leite-2021.pdf>.
16. Tabchoury W. O mercado do leite no mundo [Internet]. Piracicaba: ADEALQ-ESALQ-USP, 2022 [acesso em Dez 2023]. Disponível em: <https://www.adealq.org.br/blog/o-mercado-de-leite-no-mundo-2401#:~:text=Desse%20montante%20de%20906%20bilh%C3%B5es,pr%C3%B3ximo%20de%20US%24%20433%20bilh%C3%B5es%20>.
17. Becker J, Fernandes IA, Steffens C, Steffens J, Valduga E. Obtenção e caracterização de concentrado proteico de soro de leite em pó. Vivências 2020; 16:75-88.
18. Oriente SF, Silva PIS, Ramos NJS, Gusmão RP, Pasquali MAB. Potential probiotic goat yogurt – A Review. Research, Society and Development 2023; 12:1-10.
19. Silva LV, Nascimento DS, Silva RN, Andrade HMLS, Andrade LP. Good practices in the production of artisan cheeses: a systematic literature review. Diversitas Journal 2022; 7:639-651.
20. Sithole TR, Ma YX, Qin Z, Liu HM, Wang XD. Technical aspects of peanut butter production processes: Roasting and grinding processes review. Journal of Food Processing and Preservation 2022; 46:e16430.
21. Garruti D S, Brito ES, Brandão TM, Uchoa P, Silva MAAP. Desenvolvimento do perfil sensorial e aceitação de requeijão cremoso. Food Science and Technology 2003; 23: 434-440.
22. Augusto, PPC, Paglarini CS, Magalhães IM, Campos MFS, Bertoldo R, Baldini TF, Bolini HMA. Creme de leite UHT homogeneizado: perfil sensorial e sua relação com a expectativa de consumo. Brazilian Journal of Food Technology 2020; 23: 1-12.

23. Fang R, Jiang H, Lin C, Xia T, Xu S, Chen Q, Xiao G. Characterization and shelf stability of sweetened condensed milk formulated with different sucrose substitutes during storage. *Food Chemistry* 2023; 404:e134402.
24. Santos DB. *Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de doces de leite pastosos bovino e bubalino a partir da adição de doce de bacuri e cupuaçu [Monografia]*. Parauapebas: Universidade Federal Rural da Amazônia; 2018.
25. Albuquerque ACM, Silvério ML, Bezerra VS, Correia JM. Produção e caracterização de queijo tipo ricota tratado com lactase. *Research, Society and Development* 2022; 11:1-9.
26. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 46, 23 de outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. *Diário Oficial da União*. 24 out 2007; Seção 1:4.



## ELABORAÇÃO DE BARRINHAS COM APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA

Juliana Gedalva Silva<sup>1</sup> ; Ediane Joventina Silva<sup>1</sup> ; Raquel Gedalva Silva<sup>1</sup>   
Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano  
Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\*Juliana Gedalva Silva – Email: [juliana.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:juliana.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro, <[juliana.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:juliana.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>; <[ediane.silva1@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:ediane.silva1@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>; <[raquel.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:raquel.gedalva@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro. <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>; <[luciana.marques@ifsertaope.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertaope.edu.br)>; <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br)>

### RESUMO

A presente pesquisa focou na criação e avaliação de barrinhas nutricionais formuladas a partir de crujeira, um subproduto do processamento da farinha de mandioca, com o intuito de investigar sua viabilidade como alimento sustentável e suas características físico-químicas. Duas variantes dessas barrinhas foram desenvolvidas, diferindo-se pelo tipo de adoçante utilizado: açúcar e rapadura. Adicionalmente, ingredientes como castanhas, amendoim, uma seleção de farinhas (aveia, chia, linhaça), leite, chocolate amargo (70% cacau) e creme de leite foram incorporados nas receitas. A pesquisa incluiu uma análise sensorial com a participação de 100 indivíduos não especialistas, diversificados em gênero e com idades de 18 a 45 anos, que avaliaram as barrinhas utilizando uma escala hedônica de nove pontos. Essa avaliação foi complementada por testes de intenção de compra e um questionário de múltipla escolha (Check-all-that-apply, CATA). Os resultados indicaram uma ligeira preferência pela formulação adoçada com rapadura, apontando nuances nas percepções de aceitação entre as duas versões testadas.

**Palavras-chave:** aproveitamento; mandioca; resíduos

### INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*), amplamente conhecida por diversos nomes regionais como aipim, maniva, macaxeira, uaipi e castelinha, desempenha um papel crucial na segurança alimentar global, posicionando-se como a sexta cultura mais importante mundialmente, após trigo, arroz, milho, cevada e batata. Essa planta caracteriza-se por ser

uma importante fonte de amido, sendo utilizada tanto na alimentação humana como na de animais (1).

A farinha é um dos principais produtos da mandioca e um dos componentes essenciais da dieta da população brasileira, notadamente entre os habitantes das regiões Norte e Nordeste (2).

Predomina a farinha feita com massa torrada, que é feita a partir de raízes colhidas de 16 a 20 meses após a plantação. Na fabricação, elas devem ser lavadas para retirar a terra da casca e depois descascadas. Após esta etapa, a mandioca é ralada e a massa fica sobre o cocho de madeira. Ela é prensada no tipiti (peça de origem indígena) ou na prensa de madeira. Este processo faz com que a massa fique compactada, precisando ser esfarelada. Por último, ela é peneirada e torrada para retirar a umidade da farinha crua (2).

Os fragmentos de mandioca que não passam pelas malhas da peneira são chamados de crueira. Estes resíduos podem ser aplicados na elaboração de biscoitos, cuscuz, barras de cereais e outros (3). As barras de cereal são lanches práticos e nutritivos que se tornaram populares nos últimos anos. Elas são compostas por uma combinação de cereais, frutas secas, sementes e outros ingredientes saudáveis. Essas barras são uma opção conveniente para pessoas em movimento, oferecendo energias rápidas e nutrientes essenciais. As barras de cereal são alternativas práticas e nutritivas graças à sua composição de cereais integrais, frutos desidratados e sementes, fornecendo energia e nutrientes essenciais. ... (3). Com elevados índices de fibras dietéticas, essas barras favorecem a saciedade e o bem-estar gastrointestinal, enquanto a ampla gama de sabores disponíveis no mercado as estabelece como opções saudáveis e saborosas para quem busca lanches convenientes e de qualidade nutricional (4).

O objetivo do presente trabalho foi elaborar barra de cereal a partir do aproveitamento dos resíduos gerados no processamento da farinha de mandioca desenvolvendo um produto de baixo custo e com enriquecimento de fibras.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado no laboratório de processamento de produtos de origem vegetal do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro. Para a elaboração das barrinhas com resíduo da mandioca foram utilizados os seguintes ingredientes: resíduo do processamento da farinha de mandioca, açúcar cristal, rapadura, castanha, amendoim, chia, leite, chocolate amargo (70 % cacau) e creme de leite.

Foi elaborada uma barrinha a partir do resíduo da produção de farinha de mandioca (crueira) com 2 formulações, adoçada com açúcar (Amostra 1) e com rapadura (Amostra 2), conforme consta na Tabela 1. O resíduo depois de seco foi macerado em um pilão, em seguida peneirado, logo após foi dividido em dois recipientes, em um foi adicionado açúcar e água (Amostra 1), e na outra rapadura e água (Amostra 2). Depois de homogeneizados passaram por cocção em banho-maria, sob fogo baixo por 15 minutos.

Tabela 1 – Formulações de barrinhas do resíduo da mandioca

	Amostra 1	Amostra 2
Cuscuz		

Resíduo da mandioca adoçado com açúcar	78,1%	--
Resíduo da mandioca adoçado com rapadura	--	78,1%
Mix de castanha e amendoim	9,97%	9,97%
Mix de sementes (chia e linhaça)	1,95%	1,95%
Leite	9,98%	9,98%
<b>Cobertura</b>		
Chocolate 70% cacau	90g	90g
Creme de leite	200g	200g

Fonte: Autor (2024).

As formulações foram dispostas em formas com a proteção do papel manteiga para evitar que não grudassem, logo após as barras foram prensadas com um rolo, porcionadas em pequenos cortes e levadas ao forno na temperatura de 180 °C, por 48 e 60 minutos, respectivamente para Amostra 1 e Amostra 2. Foi preparada uma ganache com 200 g de creme de leite e 80 g de chocolate amargo (70% cacau), utilizada para cobertura das barras, e mantidas em repouso sob temperatura ambiente por 24 horas.

Foi realizado com a prévia aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, que atende as exigências éticas e científicas disposta na Resolução n° 466, de 12 de Dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde (CNS). Os julgadores só puderam dar sua contribuição para o projeto proposto após a assinatura do termo de Consentimento livre e esclarecido. Logo, a pesquisa foi submetida à avaliação e apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano IFSertãoPE e aprovado sob o número do Certificado de apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 78488623.6.00008052, reconhecido pela Comissão Nacional em Pesquisa (CONEP).

Para a realização do grupo de foco foram selecionados entre oito a doze alunos do curso superior de tecnologia em alimentos. Foi servida uma amostra de cada produto e os julgadores relataram o máximo de atributos sensoriais identificados no produto, em seguida foram selecionados os atributos de maior relevância para elaboração da ficha do CATA.

Para a realização do teste de aceitação, intenção de consumo e o CATA, foram selecionados 100 julgadores não treinados, de ambos os gêneros entre servidores e alunos recrutados de forma aleatória do Instituto Federal Pernambuco campos Salgueiro. A ficha de recrutamento foi aplicada com o objetivo de conhecer o perfil dos julgadores,

(escolaridade, gênero e outros). No teste de aceitação as amostras foram servidas à temperatura convencional de apresentação na quantidade de 25 a 35 gramas em recipientes brancos pode ficar com o número de três dígitos acompanhado com um copo de água para a eliminação do sabor residual na boca, foram analisados os atributos sabor, aparência e textura, e atualizada uma escala hedônica estruturada de nove pontos onde um significa "desgostei muitíssimo" e "nove gostei muitíssimo".

A Intenção de consumo foi medida através de uma escala hedônica estruturada de cinco pontos onde o um nunca consumiria e o cinco consumiria sempre. Na realização do CATA os julgadores ficaram à vontade para escolher quantas características eles achassem

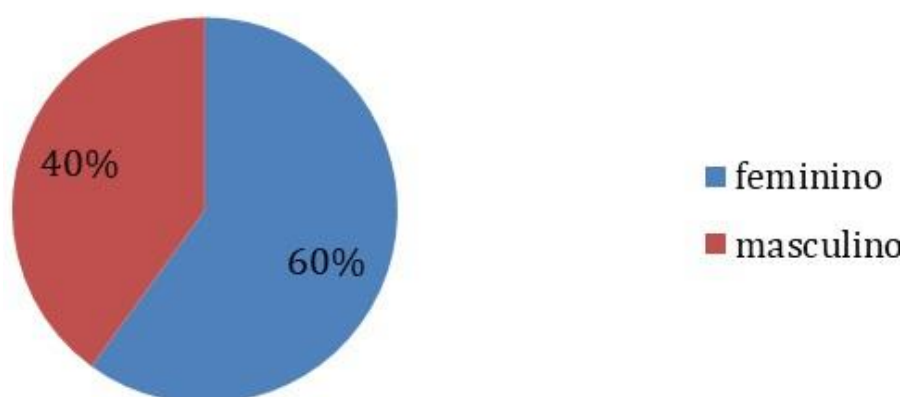
que fosse pertinente. Após a realização de todos os testes sensoriais foi realizado a tabulação dos dados e em seguida a análise dos dados.

Foi utilizado o programa estatístico ASSISTAT 7.7 versão Beta, realizado uma Análise de variância (ANOVA) no delineamento inteiramente casualizado (DIC) e aplicou-se o teste TUKEY a um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado na ficha de recrutamento pode-se observar através da Figura 1 abaixo a quantidade de julgadores divididos por gênero.

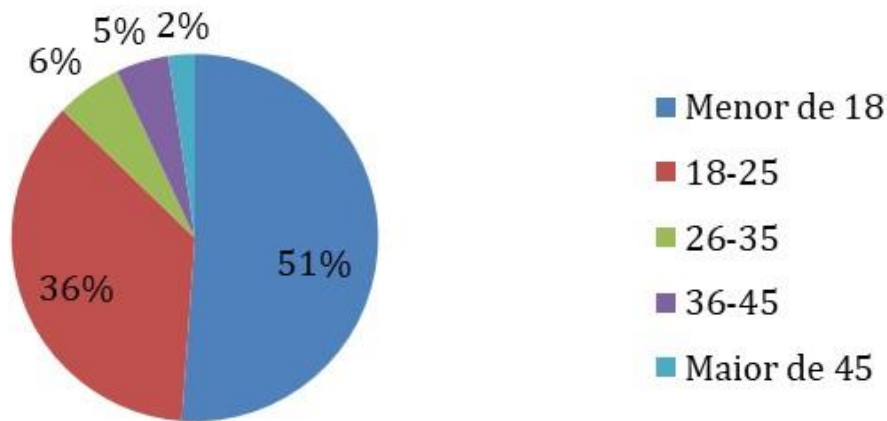
Figura 1 – Resultados do gênero dos julgadores da barrinha do resíduo da mandioca.



Fonte: Autor (2024).

De acordo com a Figura 1, 60% dos julgadores são do gênero feminino e 40% do gênero masculino. Esse resultado deve-se ao fato das mulheres apreciarem produtos doces em maior proporção em relação aos homens. Segundo Vinicius Rodrigues Arruda Pinto (5); os resultados indicaram o perfil demográfico da população de consumidores de barras alimentícias, ou seja, a maior parte é formada por indivíduos do gênero feminino (68%). Em relação a idade, pode-se observar através da Figura 2 a quantidade de julgadores divididos por faixa etária.

Figura 2 – Resultados da idade dos julgadores da barrinha do resíduo da mandioca.

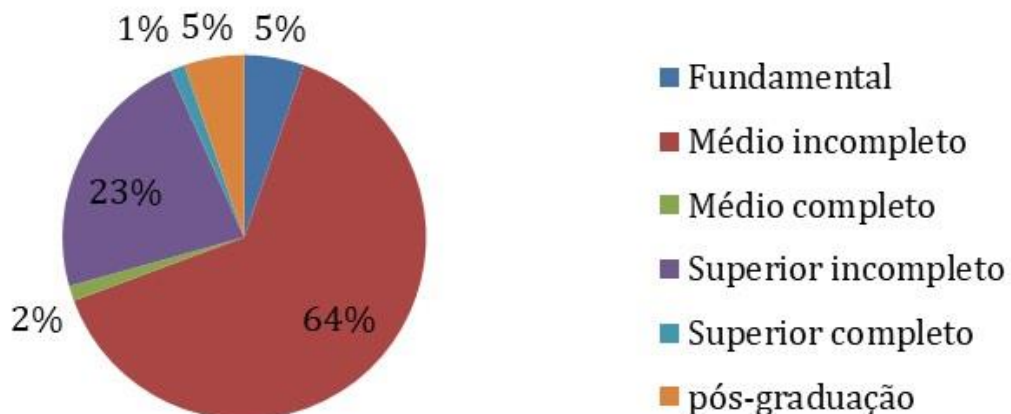


Fonte: Autor (2024).

De acordo com a Figura 2, o número de julgadores com idade menor de 18 anos é maior que todas as outras idades da figura acima. Esse resultado justifica-se pelos alunos da escola ter muitos alunos do ensino médio e estarem dentro dessa faixa etária. Segundo Vinicius Rodrigues Arruda Pinto (5), o perfil dos consumidores aponta uma amostra bem distribuída, sendo a maior parte (40%) composta por adultos com idade entre 18 a 25 anos.

Baseado na ficha de recrutamento pode-se observar através da figura 3 abaixo a quantidade de julgadores divididos por escolaridade.

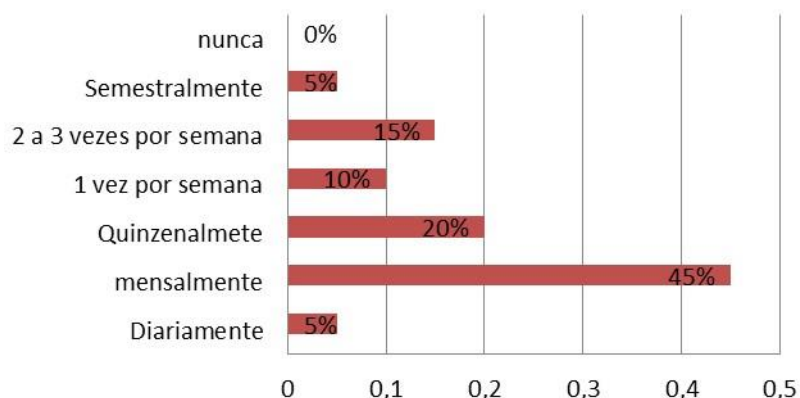
Figura 3 – Resultados da escolaridade dos julgadores da barrinha do resíduo da mandioca



Fonte: Autor (2024).

De acordo com a Figura 3, o número de julgadores com médio incompleto é maior que todos os outros. Esse resultado justifica-se pelo o ensino médio ser a maioria no instituto. Segundo Vinicius Rodrigues Arruda Pinto (5); se tratando do nível de escolaridade, 93% dos entrevistados possuíam pelo menos ensino médio completo, sendo que deste percentual 43% possuem nível superior.

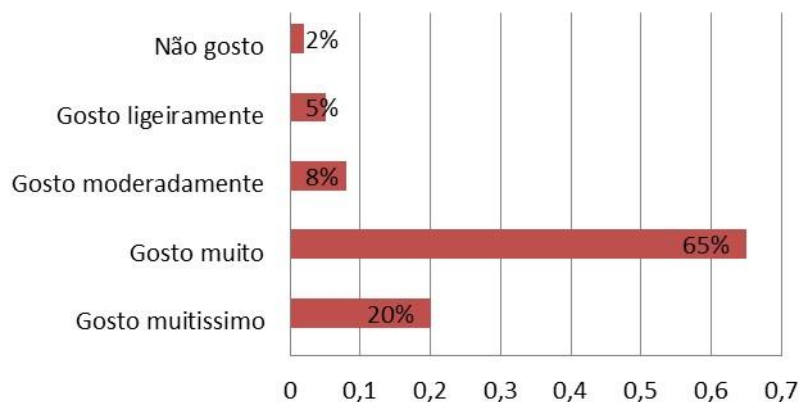
Figura 4 – Resultado da frequência de consumo da barrinha de cereal



Fonte: Autor (2024).

De acordo com a figura 4 consta-se que 45% dos julgadores consomem mensalmente a barrinha de cereal devido a sua ingestão elevada gerar aumento de peso e ser um produto calórico. Segundo Vinicius Rodrigues Arruda Pinto (5), em relação aos consumidores de barras alimentícias 68% dos entrevistados consomem semanalmente sendo a maior parte de 2 a 4 vezes por semana (37%). Os motivos de consumo são na maior parte das vezes suprir a necessidade de alimentar-se no intervalo entre as refeições.

Figura 5 – Resultados do quanto você gosta de barrinha de cereal

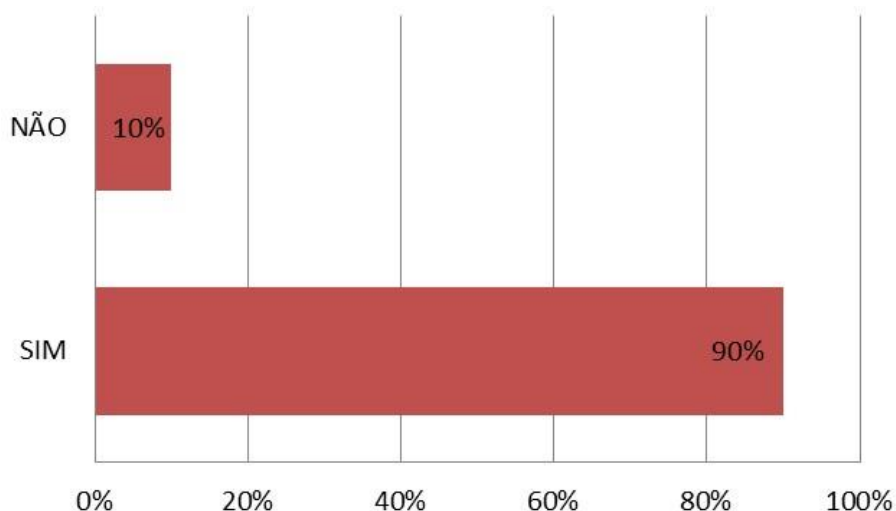


Fonte: Autor (2024).

A maioria dos julgadores afirmou gostar muito da barrinha de cereal por ser um produto gostoso e de baixo custo.

Figura: 6 – Resultados de você já comeu barrinha de cereal

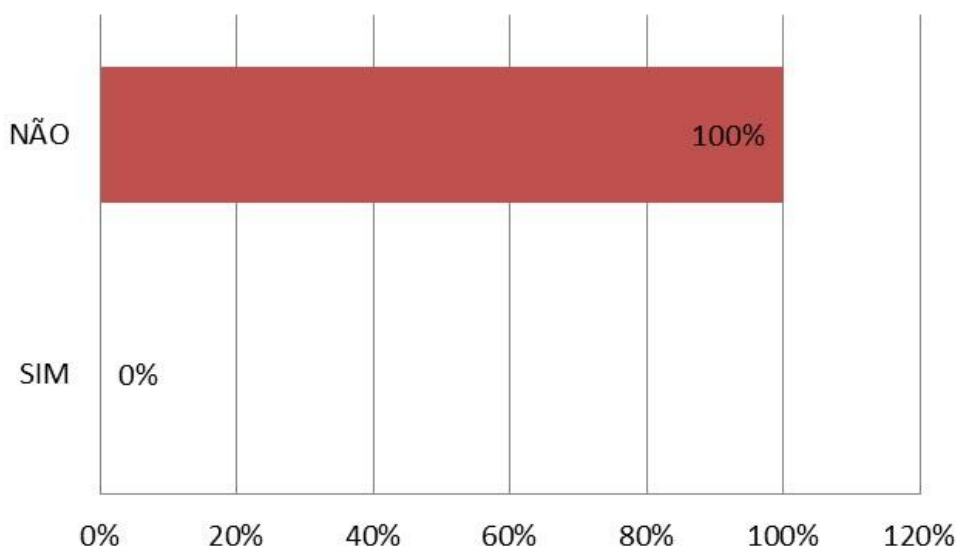




Fonte: Autor (2024).

Como consta na figura 6 a maioria dos julgadores já havia comido barrinha cereal

Figura 7 – Resultados de você tem alergia a mandioca



Fonte: Autor (2024).

Como está explicitado na Figura 7 nenhum dos julgadores tem alergia a mandioca.

Tabela 1 – Resultado do teste de aceitação das barrinhas elaboradas

Amostra	Textura	Sabor	Aparência	Intenção de consumo
1	6,61±30,98	6,73±33,04	6,64±34,81	3,42±34,59
2	7,05±30,98	6,85±33,04	6,61±34,81	3,66±34,59

Fonte: Autor (2024).

Mesmo não havendo diferença significativa entre as amostras pode-se observar que a amostra 2 predominou sobre a amostra 1 no atributo textura. De acordo com Coutinho (6), o atributo textura recebeu menor nota nas duas formulações sendo pouco aceita pelos julgadores.

De acordo com o percentual apresentado no quadro 1 observa-se que no quesito sabor prevaleceu a amostra 2 sobre a amostra 1. Segundo Coutinho (6) o atributo sabor na formulação 2 apresentou índice de aceitabilidade igual e superior ao mínimo necessário sendo bem aceita pelos julgadores com (72%).

No atributo aparência mesmo não havendo diferença significativa a amostra 2 preponderou sobre a amostra 1. Segundo Coutinho (6); a característica aparência foi a que recebeu menor nota para formulação 1, o que pode ser explicado pela menor granulometria e coloração mais escura dos grãos de chia o que possivelmente provoca menor aceitação.

Em relação ao atributo intenção de consumo houve uma mínima diferença onde a amostra 2 predominou sobre a amostra 1. Segundo Guimarães 2018(4) a formulação 1 obteve percentagem de nota superior a 70% no intervalo de 6 a 9 isso significa que para o público geral de consumidores o produto teve boa aceitação.

## CONCLUSÕES

As barrinhas do resíduo da mandioca desenvolvidas apresentaram alto valor energético, as formulações foram sensorialmente aceitas com uma intenção de consumo correspondente a “comeria sempre”. Assim o produto desenvolvido tem condições de ser comercializado no mercado, pois é um produto de baixo custo e enriquecido em fibras.

## REFERÊNCIAS

1. Sagrilho E, Azevedo JN de, Sousa VF de, Ramos GM, Barbosa FJV, Araújo RO da C, Santos JA dos, Araújo FS. Consórcio de mandioca+feijão-caupi adaptado à agricultura familiar. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento. TERESINA: Embrapa Meio-Norte, 2003.
2. Cardoso, E.M.R.; MÜLLER, A.A.; SANTOS, A.I.M.; HOMMA, A.K.O.; ALVES, R.N.B. Processamento e comercialização de produtos derivados de mandioca no nordeste paraense. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 28p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos,102).
3. Neves VJM. Uso do resíduo da produção de farinha de mandioca (crujeira) na produção de álcool fino [Dissertação]. Botucatu (SP): Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; 2004.
4. Guimarães, Rita de Cássia Avellaneda et al. Massa alimentícia elaborada com resíduo de mandioca. Disponível em: <https://aginova.ufms.br/nit/patente/049-2> (acesso em 25/09/2018).

## EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS DA FLOR DE *Clitoria Ternatea*

Naimy Fernanda Machado Correa dos Santos ; Paula Juliana da Silva ; Bianca de Souza ; Caroline Maria Calliari ; Marianne Ayumi Shirai 

\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: [marianneshirai@utfpr.edu.br](mailto:marianneshirai@utfpr.edu.br)

**Resumo:** A *Clitoria ternatea*, popularmente conhecida como feijão borboleta ou cunha, é considerada uma planta alimentícia não convencional (PANC), sendo utilizada no preparo de chás e diferentes alimentos. Estudos têm demonstrado que a flor de feijão borboleta possui considerável concentração de compostos bioativos benéficos à saúde humana, mostrando-se como um potencial ingrediente para a indústria de alimentos. O objetivo deste trabalho foi de extrair os compostos fenólicos da flor de feijão borboleta. Para isso, empregou-se um planejamento fatorial  $2^3$ , com repetição no ponto central, para avaliar o efeito da concentração de etanol (0 a 80%), tempo (30 a 90 minutos) e temperatura (40 a 80°C) de extração na concentração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, determinados pelos métodos de redução do ferro (FRAP) e captura dos radicais livres DPPH e ABTS. Os resultados indicaram que a água destilada a 40°C por 30 minutos foi a melhor condição para extração de compostos fenólicos. Além disso, o modelo matemático gerado possuiu bom ajuste ( $R^2 > 0,90$ ). Os extratos obtidos apresentaram expressiva atividade antioxidante pelos métodos avaliados, sendo este fato associado à presença de compostos fenólicos. Com este trabalho foi possível detectar que a flor de feijão borboleta possui grande potencial para ser aplicado na indústria alimentícia com diversas propriedades benéficas para os consumidores.

**Palavras-chave:** antioxidante; bioativos; feijão borboleta

## INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a saúde e nutrição tem direcionado pesquisas por aditivos e ingredientes de fontes naturais e com propriedades bioativas. Neste sentido, os compostos fenólicos (ou polifenóis) presentes em cascas, folhas, sementes e flores comestíveis são de grande interesse, pois além de apresentarem propriedades antioxidante e antimicrobiana, possuem compostos como as antocianinas com potencial corante (1).

A *Clitoria ternatea* (CT), também conhecida como feijão borboleta ou cunha, é uma planta perene da família Fabaceae, sendo consumida em países asiáticos como Malásia e Tailândia em infusões de chá e pela sua coloração azul, são empregadas como corantes naturais em alimentos e bebidas. As flores de CT se destacam pela presença de compostos fenólicos, principalmente os flavonoides como quercetina, campferol e glicosídeos de miricetina (2,3) e as antocianinas, sendo as ternatinas as predominantes (4). Estudos *in vitro* e *in vivo* tem relatado atividades antioxidante (5, 6), antihiperlipidêmica e antihiperlipidêmica (7), antimicrobiana (8) e hepatoprotetiva (9) destes compostos.

A coloração azul das pétalas de CT se deve às ternatinas, que são antocianinas poliaciladas com maior estabilidade que as não aciladas, e com isso, apresentam certa vantagem para serem empregadas como corante natural em alimentos. As antocianinas presentes no extrato de flor de CT mudam de cor em função do pH, sendo que em pH abaixo de 3,2 a coloração é rosa, em pH 3,2 a 5,2 a cor é azul, em pH 5,2 a 8,2 a cor é azul claro e de pH 8,2 a 10,2 a cor é verde escuro (3, 10)

Em razão dos benefícios dos compostos fenólicos de flores de CT para a saúde humana e para a indústria de alimentos, a identificação e/ou seleção de parâmetros ótimos para assegurar o máximo rendimento de extração são importantes fatores a serem pesquisados. Como as antocianinas são sensíveis a calor e luz, é essencial a seleção adequada de métodos de extração para obter o máximo rendimento de antocianinas com baixo custo, alta pureza e estabilidade (1, 11).

Na extração convencional por solvente, o tipo de solvente, a proporção substrato: solvente, a temperatura de extração, o tempo de extração e o tempo de agitação podem afetar o rendimento de extração de compostos fenólicos das flores de CT (12). Técnicas de extração limpas e verdes podem fornecer produtos naturais, livres de resíduos de solventes tóxicos e nesse sentido, a água destilada se destaca como uma alternativa interessante, demonstrando rendimentos consideráveis (6, 13, 14).

Diante de diferentes variáveis que podem influenciar no rendimento do processo, a extração de compostos bioativos presentes em diferentes matrizes vegetais pode ser otimizada utilizando modelos matemáticos, que descrevem o efeito de diferentes variáveis independentes (tempo, temperatura, solvente, etc), tanto isolados como em combinação, usando a metodologia de superfície de resposta (MSR) (10). A MSR é uma ferramenta estatística baseada na análise de regressão que é aplicada para desenvolver, melhorar e otimizar diferentes produtos e processos (15).

Considerando que a flor de CT pode ser um potencial fonte de corante natural e de bioativos para incorporação em alimentos, o objetivo deste trabalho foi de avaliar as condições de extração (tempo, temperatura e concentração de etanol) de compostos fenólicos totais de flores de CT e determinar a sua capacidade antioxidante.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

A flor de CT foi adquirida da empresa Fada Azul localizada em Corguinho - Mato Grosso do Sul na forma desidratada. Para a extração empregou-se etanol absoluto (Neon, Brasil). Para análise de antioxidantes utilizou-se 2,2-difenil-2-picril-hidrazil hidratado (DPPH), o hidroxi-2,5,7,8 tetrametilcromano-2-carboxilato (Trolox), 2,4,6-tri(2-piridil)-1,3,5-triazina (TPTZ) e 2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS), todos adquiridos da Sigma-Aldrich (São Paulo, Brasil). Para avaliar a concentração de compostos fenólicos totais utilizou-se o reagente de Folin-Ciocalteu (Dinâmica, Brasil), ácido gálico (Dinâmica, Brasil) e carbonato de sódio (Êxodo, Brasil).

### Extração dos compostos bioativos

Para a extração dos compostos fenólicos de flor de CT foi empregado um planejamento fatorial  $2^3$ , com três repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios. As variáveis estudadas foram concentração de etanol: água (0 a 80%), tempo (30 a 90 minutos) e temperatura (40 a 80°C), conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis reais e codificadas da extração de compostos fenólicos de flor de *Clitoria ternatea*

Ensaio	Etanol (%)	Tempo (min)	Temperatura (°C)
1	0 (-1)	30 (-1)	40 (-1)
2	80 (1)	30 (-1)	80 (-1)
3	0 (-1)	90 (1)	40 (-1)
4	80 (1)	90 (1)	80 (-1)
5	0 (-1)	30 (-1)	40 (1)
6	80 (1)	30 (-1)	80 (1)
7	0 (-1)	90 (1)	40 (1)
8	80 (1)	90 (1)	80 (1)
9	40 (0)	60 (0)	60 (0)
10	40 (0)	60 (0)	60 (0)
11	40 (0)	60 (0)	60 (0)

Para todos os ensaios, 1 g de flor desidratada e triturada em moinho analítico e 20 ml de solvente foram adicionados em tubos Falcon e manteve-se por tempo e temperatura entre 30 e 90 minutos e entre 40 e 80°C, respectivamente. Após a mistura foi filtrada e o extrato obtido foi empregado nas análises.

### Caracterização dos extratos

#### Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos foi determinado utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu. Em tubos de ensaio foram misturados 200  $\mu$ L do extrato, 1000  $\mu$ L do reagente de Folin-Ciocalteu (10%, v/v) e 800  $\mu$ L de solução de carbonato de sódio (7,5%, m/v). Os tubos foram mantidos em ambiente escuro, a temperatura ambiente, por 2 h para reação. Um branco foi preparado substituindo-se o extrato por água destilada. A absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Biochrom, modelo Libra, Inglaterra). Uma curva

padrão de ácido gálico foi obtida e os resultados foram expressos em mg EAG/g de flor seca (16)

#### Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante feita pela redução do ferro (FRAP) foi determinada de acordo com Benzie e Strain (1996) (17) modificações. Para obtenção do reagente FRAP misturou-se a solução de TPTZ 10 mM em HCl 40 mM, em seguida adicionou-se a solução aquosa de cloreto férrico 20 mM e tampão acetato 0,3 M (pH 3,6) (1:1:10, v/v/v). Em tubos de ensaio foram adicionados 100 µL de extrato, 300 µL de água destilada e 3,0 ml do reagente FRAP. Os tubos foram mantidos em banho a 37°C por 30 minutos para reação. Uma curva padrão de trolox foi construída e os resultados foram expressos em mM Trolox/g de flor seca.

Para a análise da capacidade antioxidante pela captura do radical livre DPPH (18) 3900 µL de uma solução de DPPH 0,06 mM foi misturado a 1000 µL de extrato e incubado no escuro por 30 min a temperatura ambiente. Para o branco o extrato foi substituído por água destilada. A leitura da absorbância foi feita a 515 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Biochrom, modelo Libra, Inglaterra) e os resultados foram expressos em % de inibição.

Para a capacidade antioxidante pela captura do radical livre ABTS, inicialmente foi preparada uma solução estoque de ABTS 7mM e persulfato de potássio 140 mM. Para o preparo do radical ABTS (ABTS.+), 5 mL da solução estoque de ABTS foi misturada com 88 µL da solução de persulfato de potássio e mantida em ambiente escuro, a temperatura ambiente, por 16 horas. Em seguida, 1 mL desta mistura foi diluído em etanol absoluto até se obter uma absorbância de 0,70 a 734 nm. Para o ensaio, uma alíquota de 30 µL do extrato foi adicionado em tubos com 3,0 mL do radical ABTS\*+ e após 6 minutos de reação, realizou-se a leitura em 734 nm em espectrofotômetro UV-Vis (Biochrom, modelo Libra, Inglaterra) utilizando álcool etílico como branco para a calibração do equipamento (19) Uma curva padrão de trolox foi construída para expressar os resultados em mM Trolox/ g de flor seca.

#### Análise estatística

Modelos polinominais foram ajustados aos dados de concentração de compostos fenólicos totais, ABTS, DPPH e FRAP utilizando o programa Statistica 14.0.0.15 (TIBCO Software Inc., EUA).

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_{12} X_1 X_2 + b_{13} X_1 X_3 + b_{23} X_2 X_3 \quad (1)$$

Em que Y é a resposta;  $b_0$  é o valor médio,  $b_1$ ,  $b_2$  e  $b_3$  são os coeficientes de regressão de efeito linear;  $b_{12}$ ,  $b_{13}$ ,  $b_{23}$  são coeficientes de regressão de interação; e  $X_1$ ,  $X_2$  e  $X_3$  são as variáveis independentes. A análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância foi conduzida para avaliar o nível de significância, o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), o coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{aj}$ ) e a falta de ajuste do modelo matemático para as respostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da concentração de compostos fenólicos totais extraídos das flores de CT e da atividade antioxidante nas condições definidas pelo



planejamento fatorial. Na Tabela 3 estão apresentados os coeficientes de regressão e análise de variância dos modelos matemáticos das respostas.

Tabela 2 - Respostas da concentração de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos de flor de *Clitoria ternatea*

Ensaio	Fenólicos totais (mg EAG/g de flor seca)	FRAP (mM Trolox/ g de flor seca)	DPPH (% inibição)	ABTS (mM Trolox/ g de flor seca)
1	18,37 ± 0,15	19,23 ± 0,006	54,60 ± 2,74	340,75 ± 11,58
2	17,22 ± 1,52	19,24 ± 0,008	60,39 ± 1,32	306,03 ± 9,76
3	16,10 ± 0,21	19,26 ± 0,004	56,73 ± 2,11	322,42 ± 13,72
4	12,44 ± 0,65	19,24 ± 0,004	58,01 ± 0,90	324,36 ± 80,07
5	14,83 ± 0,17	19,19 ± 0,011	79,43 ± 1,28	337,69 ± 34,69
6	14,71 ± 0,65	19,21 ± 0,022	75,52 ± 1,28	321,58 ± 75,00
7	7,49 ± 1,66	19,21 ± 0,004	79,43 ± 0,21	337,42 ± 41,86
8	10,97 ± 1,98	19,24 ± 0,006	76,19 ± 3,36	338,25 ± 14,53
9	12,77 ± 1,67	19,23 ± 0,003	57,31 ± 1,96	362,14 ± 37,81
10	12,50 ± 0,42	19,23 ± 0,004	58,10 ± 2,28	350,19 ± 34,69
11	12,74 ± 1,82	19,20 ± 0,035	66,48 ± 1,25	321,30 ± 18,36

A concentração de compostos fenólicos variou de  $7,49 \pm 1,66$  a  $18,37 \pm 0,15$  mg EAG para cada 1 g de flor seca. Nascimento et al. (2021) (6) encontraram valores próximos de compostos fenólicos de  $9,43 \pm 1,77$  a  $17,94 \pm 0,63$  mg EAG/g de flor seca em extrato de flor de CT com experimentos sob as mesmas condições de concentração de etanol e temperatura, ou seja, a 40°C, com solvente sendo a água e tempo de processo de 30 minutos. Mehmood et al. (2019) (5) obtiveram valores maiores de compostos fenólicos na mesma condição de extração (72 mg EAG/g amostra) e por ultrassom (87 mg EAG/g amostra) a 50°C utilizando água como solvente.

Diferentemente, Azima, Noriham e Manshoor (2017) (2) quantificaram 76,9 mg EAG/ g de compostos fenólicos em extrato aquoso obtido a 100 °C por 10 min e aparentemente, a alta temperatura não degradou os compostos fenólicos conforme observado neste estudo. Por outro lado, Escher et al. (2020) (10) obteve concentrações menores de 5,94 a 6,92 mg EAG/g, em extrações sob temperaturas e concentrações variadas, sendo o máximo obtido a 40°C por 30 minutos, entrando em acordo com os resultados deste trabalho.

O maior valor de compostos fenólicos ( $18,37 \pm 0,15$  mg EAG/g de flor seca) foi observado quando se utilizou água destilada a 40°C por 30 minutos e o oposto foi verificado quando foi empregado água destilada a 40°C com tempo de 90 minutos, sugerindo que maiores tempos podem degradar e oxidar os compostos bioativos durante a extração. Para Nascimento et al. (2021) (6), as melhores condições de extração foram similares, sendo os maiores valores de compostos fenólicos obtidos a 40°C por 30 minutos. Conclui-se que ao utilizar a água, é provável que ocorra o aumento no inchamento da matriz da planta, conduzindo à elevação da área de superfície de contato entre o soluto e solvente e isso pode melhorar o rendimento de extração de compostos fenólicos.

Verificou-se que a concentração de etanol teve efeito significativo (Tabela 3), ou seja, quanto maior a concentração, menor a extração de fenólicos (Figura 1). Efeito de

interação entre as variáveis etanol e tempo e etanol e temperatura também foram significativos, ou seja, quanto menor a concentração de etanol e menor a temperatura, maior é a extração de compostos fenólicos. O efeito linear do tempo de extração não foi significativo e considerando os aspectos energéticos, sugere-se que o menor tempo (30 minutos) do planejamento pode ser empregado.

Tabela 3 - Coeficientes de regressão e análise de variância

Fatores	Compostos Fenólicos	FRAP	DPPH	ABTS
Média	14,05*	19227,66*	65,65*	332921,7*
Etanol	-1,65*	-16,03	10,10*	5173,6
Tempo		10,14		2048,6
Temperatura	0,59	5,34		-6006,9
Etanol x Tempo	1,07*	0,57		2048,6
Etanol x Temperatura	1,05*		-1,77	2187,5
Tempo x Temperatura				6701,4
Falta de ajuste	2,84	388,13	109,36	6,06E+08
R <sup>2</sup>	0,92	0,79	0,84	0,39
R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0,87	0,64	0,79	0

\*significativo ao nível de 5% (p<0,05)

A análise de regressão múltipla para os valores de compostos fenólicos mostrou que o modelo matemático foi significativo (p<0,05), a falta de ajuste não foi significativa e explica 92% da variação dos dados (R<sup>2</sup><sub>aj</sub>=0,87).

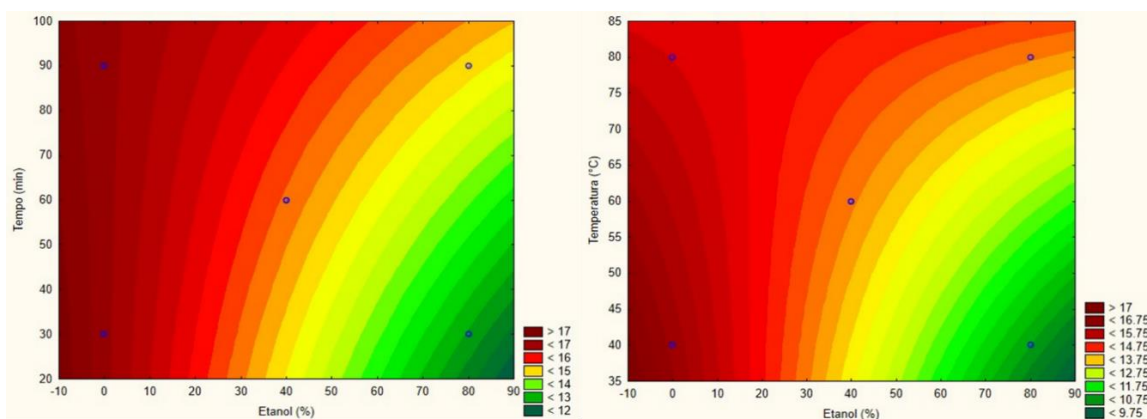


Figura 1 - Superfícies de contorno da extração de compostos fenólicos totais de flor de *Clitoria ternatea*.

O efeito da concentração de etanol, tempo e temperatura de extração na capacidade antioxidante dos extratos de flor de CT foi avaliado pelo método de redução do ferro (FRAP), capacidade de captura do radical ABTS e captura do radical DPPH. No geral, para todos os ensaios realizados os extratos apresentaram considerável atividade antioxidante. Os valores de capacidade antioxidante dos ensaios FRAP e ABTS foram bastante diversos, sendo mais elevado para ABTS e isso é em decorrência dos diferentes mecanismos de reação que estão envolvidos em cada método. O ensaio FRAP é caracterizado pela habilidade de transferir

elétrons, que resulta na redução dos íons de ferro na presença de compostos antioxidantes. Já no caso do ensaio ABTS, o radical ABTS é de coloração verde escuro e quando em contato com um antioxidante, ocorre a redução do radical, promovendo a perda da coloração do meio reacional (19).

No ensaio FRAP houve redução na capacidade antioxidante conforme aumentou-se a concentração de etanol, correlacionando com os resultados de compostos fenólicos encontrados neste trabalho e com o reportado na literatura (6). As variáveis lineares e de interação não foram significativas, sendo que o valor de  $R^2$  foi de 0,79. Entretanto, os modelos matemáticos obtidos foram úteis para verificar a tendência de resposta da capacidade antioxidante feita pelo ensaio FRAP

No ensaio DPPH, houve um aumento expressivo na capacidade antioxidante em função do aumento da concentração de etanol, sendo que este efeito foi significativo ( $p < 0,05$ ). Os resultados obtidos corroboram com os verificados em outros estudos (5, 20). Embora o efeito negativo de interação entre etanol e temperatura não fosse significativo ( $p > 0,05$ ), este resultado pode ser útil para prever a atividade antioxidante nas condições de extração estudadas, indicando que quanto maior a concentração de etanol e menor a temperatura, maior a capacidade antioxidante pelo método DPPH. Este resultado também pode ser visualizado nas superfícies de contorno gerados, conforme Figura 2.

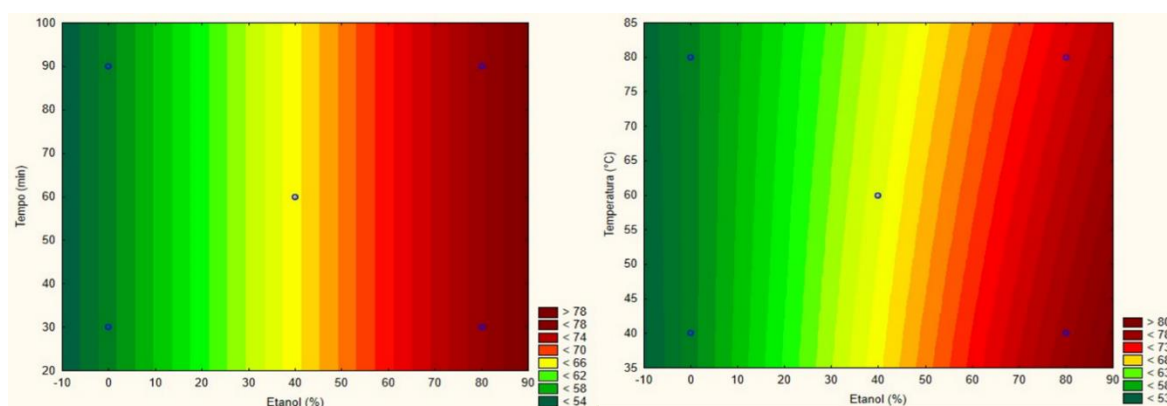


Figura 2 - Superfícies de contorno da atividade antioxidante por DPPH dos extratos de flor de *Clitoria ternatea*.

A análise de regressão múltipla para os valores de DPPH mostrou que o modelo matemático foi significativo ( $p < 0,05$ ), a falta de ajuste não foi significativa, o  $R^2$  foi de 0,84 e  $R^2_{aj}$  foi de 0,79, sugerindo um ajuste moderado para o presente estudo.

Para a capacidade antioxidante do ensaio ABTS, as variáveis estudadas não foram significativas e os valores de  $R^2$  e  $R^2_{aj}$  foram bastante baixos. Isso indica que o modelo matemático gerado possui baixa capacidade de descrever o efeito das variáveis tempo, temperatura e concentração de etanol nos níveis estabelecidos neste estudo, visto que os resultados obtidos para os ensaios foram próximos.

## CONCLUSÕES

Com o presente estudo verificou-se que a flor de CT apresentou considerável atividade antioxidante pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP, devido à presença de compostos fenólicos. A metodologia de superfície de resposta foi eficiente na estimativa do efeito das variáveis concentração de etanol, tempo e temperatura de extração de compostos bioativos de flor de CT. Assim, água destilada associada ao menor tempo (30 minutos) e temperatura (40°C) de extração mostrou maior rendimento de extração de compostos fenólicos totais e conseqüentemente maior atividade antioxidante. Ainda, sugere-se a continuidade deste estudo avaliando outros métodos de extração como ultrassom, aquecimento ôhmico, entre outros.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária pela concessão de bolsa de Iniciação Científica e o Laboratório Multiusuário do Campus Londrina (Labmulti-LD) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas análises realizadas.

## REFERÊNCIAS

1. Santos LG, Martins VG. Optimization of the green extraction of polyphenols from the edible flower *Clitoria ternatea* by high-power ultrasound: A comparative study with conventional extraction techniques. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*. 2023;34:100458.
2. Azima AS, Noriham A, Manshoor N. Phenolics, antioxidants and color properties of aqueous pigmented plant extracts: *Ardisia colorata* var. *elliptica*, *Clitoria ternatea*, *Garcinia mangostana* and *Syzygium cumini*. *J Funct Foods*. 2017;38:232–41.
3. Kazuma K, Noda N, Suzuki M. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*. 2003;64(6):1133–9.
4. Chayaratanasin P, Barbieri MA, Suanpairintr N, Adisakwattana S. Inhibitory effect of *Clitoria ternatea* flower petal extract on fructose-induced protein glycation and oxidation-dependent damages to albumin in vitro. *BMC Complement Alt Med*. 2015;15(27):1-9.
5. Mehmood A, Ishaq M, Zhao L, Yaqoob S, Safdar B, Nadeem M, et al. Impact of ultrasound and conventional extraction techniques on bioactive compounds and biological activities of blue butterfly pea flower (*Clitoria ternatea* L.). *Ultrason Sonochem*. 2019;51:12-9.
6. Nascimento JV, Giuliangeli VC, Kato T, Calliari CM, Shirai MA. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de extratos de flor de *Clitoria ternatea* L. *Res Soc Dev*. 2021;10(11):e218101119450.
7. Daisy P, Santosh K, Rajathi M. Antihyperglycemic and antihyperlipidemic effects of *Clitoria ternatea* Linn. in alloxan-induced diabetic rats. *Af. J Microbiol Res*. 2009;3(5):287–91.
8. Kamilla L, Mnsor SM, Ramanathan S, Sasidharan S. Antimicrobial activity of *Clitoria ternatea* (L.) extracts. *Pharmacologyonline*. 2009;1:731-8.
9. Nithianantham K, Ping KY, Latha LY, Jothy SL, Darah I, Chen Y, et al. Evaluation of hepatoprotective effect of methanolic extract of *Clitoria ternatea* (Linn.) flower against acetaminophen-induced liver damage. *Asian Pac J Trop Dis*. 2013;3(4):314-9.

10. Escher GB, Marques MB, Carmo MAV, Azevedo L, Furtado MM, Sant'ana AS, et al. *Clitoria ternatea* L. petal bioactive compounds display antioxidante, antihemolytic and antihypertensive effects, inhibit  $\alpha$ -amylase and  $\alpha$ -glucosidase and reduce huma LDL cholesterol and DNA induced oxidation. *Food Res Int.* 2020;128:108763.
11. Jeyaraj EJ, Lim YY, Choo WS. Extraction methods of butterfly pea (*Clitoria ternatea*) flower and biological activities of its phytochemicals. *J Food Sci Technol.* 2021;58(6):2054-67.
12. Rocha R, Pinela J, Abreu RMV, Añibarro-Ortega M, Pires TCSP, Saldanha AL, et al. Extraction of anthocyanins from red raspberry for natural food colorants development: processes optimization and in vitro bioactivity. *Processes.* 2020;8(11):1447.
13. Khoo HE, Azlan A, Tang ST, Lim SM. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr Res.* 2017;61(1):1361779.
14. Chemat F, Abert Vian M, Ravi HK, Khadhraoui B, Hilali S, Perino S, et al. Review of alternative solvents for green extraction of food and natural products: panorama, principles, applications and prospects. *Molecules.* 2019;24(16):3007.
15. Yolmeh M, Jafari SM. Applications of response surface methodology in the food industry processes. *Food Bioproc Tech.* 2017;10:413–33.
16. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics whif phophomolybdic-phospotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965;16:144-58.
17. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996;239(1):70-6.
18. Mensor LL, Menezes FS, Leitão GG, Reis AS, dos Santos TC, Coube CS, et al. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. *Phytother Res.* 2001;15(2):127-30.
19. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L, Hawkins Byrne D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal.* 2006;19(6–7), 669–75.
20. Morais JS, Sant`Ana AS, Dantas AM, Silva BS, Lima MS, Borges GC, et al. Antioxidant activity and bioaccessibility of phenolic compounds in white, red, blue, purple, yellow and orange edible flowers through a simulated intestinal barrier. *Food Res Int.* 2020;131:109046.

**GORDURA SATURADA, COLESTEROL E DOENÇAS  
CARDIOVASCULARES: ARTIGO DE REVISÃO**Maria Gabriela Tiritan *\*Autor correspondente (Corresponding author) – Email: tiritanmg@gmail.com*

Este trabalho aborda alguns estudos que contestam as diretrizes adotadas por organizações e políticas de saúde pública, sobre a substituição de gorduras saturadas da dieta por gorduras insaturadas para evitar doenças cardiovasculares. Estudos sistemáticos confirmam que a substituição de alimentos ricos em ácidos graxos saturados por ácidos graxos insaturados reduz a concentração de colesterol no sangue, mas esta redução nos níveis de colesterol não foi associada à redução da mortalidade por doenças cardiovasculares. Pesquisas recentes reforçam que o consumo de gorduras insaturadas eleva o risco e a incidência de males à saúde e doenças do coração, pois são mais suscetíveis à oxidação e formação de contaminantes em alimentos. Recomendações baseadas na ingestão de alguns alimentos com gordura saturada, evitaria a eliminação desnecessária de alimentos que são fontes de importantes nutrientes para saúde em geral, além de evitar a morte por doenças que podem ser controladas com uma dieta adequada.

**Palavras-chave:** Alimentos; Colesterol; Doenças cardiovasculares; Gordura saturada;

**INTRODUÇÃO**



Uma alimentação variada oferece nutrientes básicos como carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e sais minerais necessários para o crescimento e manutenção da saúde. Nos últimos anos, a maioria da população vem tomando consciência da importância de uma alimentação saudável, e que uma dieta equilibrada além de trazer bem-estar pode prevenir algumas doenças (1).

Estudos e ensaios clínicos randomizados (ECR) descobriram que a gordura saturada total não está associada a doenças não transmissíveis, incluindo doenças cardiovasculares e outras que causam mortalidade (2) (3) (4). Para entender por que os equívocos atuais sobre gorduras saturadas na dieta estão solidamente ancorados nos principais órgãos de saúde pública, incluindo a OMS, devemos considerar a evolução histórica das diretrizes e políticas implantadas (2).

Erros científicos e políticos podem ter levado a muitas mortes desnecessárias em todo o mundo, e lições devem ser aprendidas (2). O cientista, assim como os demais seres humanos, não está isento de imperfeições nem se despe de sua escala de valores no exercício das funções que desempenha (5).

A divulgação científica e a comunicação do que é produzido no âmbito científico e tecnológico para a coletividade assumem efeito inestimável na construção do conhecimento de uma população. Logo, promovem o avanço da nação, aperfeiçoando os parâmetros críticos e éticos das coletividades, em termos genéricos, e da comunidade científica, em particular, ao mesmo tempo em que os pesquisadores devem primar por uma produção de qualidade dentro dos princípios éticos inerentes à pesquisa e da publicação (6).

Com base em estudos que avaliam o impacto da ingestão de alimentos ricos em ácidos graxos saturados e gorduras insaturadas, esta revisão pretende avaliar a mudança de paradigmas sobre gordura saturada na dieta, seu efeito no controle do colesterol e evidências de que sua substituição por gorduras mono e poliinsaturadas traz maiores benefícios à saúde.

## **LIPÍDIOS EM ALIMENTOS**

Óleos e gorduras são partes de um grupo de compostos denominados lipídios, sendo os triacilgliceróis os tipos mais comuns em alimentos. Os ácidos graxos naturais presentes nos alimentos possuem cadeia linear e números pares de carbonos, os quais podem ser saturados ou insaturados com até seis duplas ligações (7).

No corpo humano, os triglicerídeos são uma importante fonte de energia dos processos biológicos e são armazenados predominantemente no tecido adiposo (8). Ácidos graxos saturados são encontrados em uma ampla diversidade de alimentos, variam em composição e estrutura resultando em diferentes efeitos fisiológicos (2). Como exemplo, a Tabela 1 apresenta produtos lácteos com composições de gorduras do leite em estruturas muito diferentes.

Durante os últimos 50 anos, a imagem nutricional dos produtos lácteos com elevado teor de gordura sofreu devido a presença de ácidos graxos saturados, que está associado a níveis elevados de colesterol e risco para doenças coronárias (9). Além de produtos derivados do leite, a gordura saturada está presente no chocolate amargo, como ácido esteárico, ácido palmítico na carne e ácido heptadecanóico em laticínios. Essas matrizes alimentares contêm diferentes ácidos graxos saturados, com efeitos fisiológicos

completamente diferentes, portanto, o alimento no qual os ácidos graxos estão presentes tem grande importância para esses efeitos (2).

Óleos vegetais ricos em ácidos graxos saturados, como óleo de palma e óleo de coco, são 100% lipídios. Os ácidos graxos saturados nesses diferentes alimentos também estão presentes em diferentes tipos de moléculas lipídicas – principalmente triglicerídeos e fosfolipídios. Nessas moléculas, os ácidos graxos saturados podem ser esterificados em diferentes posições dependendo da fonte de gordura (2).

A influência da dieta sobre o colesterol e sua relação com doenças coronarianas tem sido levantada, e a causa dessas doenças tem sido atribuída à ingestão de lipídios. Apesar disso, nos últimos anos a relação entre os produtos da oxidação de lipídios e as doenças cardiovasculares têm recebido considerável suporte científico, ou seja, estudos demonstram que lipídios oxidados são mais prejudiciais às artérias que o lipídeo original (7).

**Tabela 1.** Alimentos com ácidos graxos saturados

<b>Alimento</b>	<b>Composição e estrutura</b>
Banha e sebo	Gorduras animais com 100% de lipídios.
Carne não processada	Os lipídios estão principalmente nos adipócitos se gotículas lipídicas intracelulares do músculo.
Carne processada	podem conter inclusões de gordura em uma 66, domínios de gordura livre e adipócitos remanescentes, dependendo do tipo de processamento.
Gema do ovo	Contém lipídios estruturados como lipoproteínas de baixa e alta densidade.
Iogurte	Alimento fermentado contendo culturas vivas, nas quais os glóbulos de gordura do leite são dispersos em uma matriz proteica de leite gelificada.
Leite integral	Emulsão natural de glóbulos de gordura contidos no leite, e quando homogeneizadas as gotículas de gordura tornam-se muito menores e cobertas de proteínas.
Manteiga	Emulsão de água em óleo.
Queijo	É um complexo alimento lácteo fermentado contendo culturas vivas, onde a gordura está presente nos glóbulos do leite e às vezes como “inclusões de gordura livre” em uma matriz sólida rica em proteínas do leite e cálcio.
Sorvete	Contém uma combinação de glóbulos de gordura cristalizados em torno de bolhas de ar e cristais de gelo em uma fase líquida de xarope.

Fonte: Adaptado (2)

As doenças cardiovasculares são uma das principais causas de morbidade e mortalidade em todo o mundo. Compreender a relação entre o consumo de alimentos e o risco dessas doenças é de extrema importância para a promoção da saúde cardiovascular (9). Por isso, organizações de saúde pública em todo o mundo produziram orientações dietéticas para ajudar a reduzir o risco de doenças coronarianas (3).

Segundo Astrup (2) o projeto de diretrizes da OMS de 2018 sobre ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans* recomendam reduzir a ingestão total de gordura saturada e substituir com ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados. Essas recomendações não levam em conta evidências consideráveis que os efeitos da gordura saturada na saúde variam dependendo do ácido graxo específico e da fonte alimentar.

Conservar indicações para redução de ácidos graxos saturados funcionará contra as intenções das diretrizes alimentares que as organizações de saúde pública precisam realizar, enfraquecendo seu efeito sobre incidência de doenças crônicas e a mortalidade por doenças cardiovasculares.

## COLESTEROL E DOENÇAS DO CORAÇÃO

O colesterol é um esteroide hormonal encontrado na maioria dos tecidos, seu transporte é realizado pela corrente sanguínea através de lipoproteínas, que são complexos de ácidos graxos e proteínas (10) (11). No corpo humano, aproximadamente 90% do colesterol está localizado nas membranas celulares, 7% circula no plasma e vem da síntese endógena realizada principalmente pelo fígado, além da via exógena a partir da dieta (12) (13).

A Figura 1 apresenta a síntese do colesterol (7), que têm dentre as inúmeras funções: a) regular a permeabilidade, fluidez e, conseqüentemente, a função das membranas celulares, modificando a atividade de receptores, proteínas de transporte, canais iônicos e algumas enzimas nele ancoradas; b) precursor de importantes biomoléculas; c) participa da embriogênese e da diferenciação celular, de modo que sua deficiência pode produzir alterações graves, principalmente no desenvolvimento do sistema nervoso central (12).

Com base na separação por gradiente de densidade, as lipoproteínas são classificadas em cinco tipos: Lipoproteína de Alta Densidade (HDL) que retira o colesterol ruim da corrente sanguínea levando até o fígado para ser metabolizado; Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL) que transporta o colesterol diretamente para os tecidos, sendo responsáveis pela formação de placas de ateromas nas artérias, levando ao desenvolvimento de Doenças Cardiovasculares (DCV); Lipoproteína de Densidade Muito Baixa (VLDL) que transporta triglicerídeos e baixa quantidade de colesterol para a corrente sanguínea; Lipoproteína de Densidade Intermediária (IDL) e Quilomícrons que transporta triglicerídeos exógenos (10) (12).

O consumo de gordura saturada e gordura *trans* é classicamente relacionado com elevação do LDL-c plasmático e aumento de risco cardiovascular. A substituição de gordura saturada da dieta por gordura mono e poliinsaturada é considerada uma estratégia para o controle e redução da chance de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Isto porque o conceito mais defendido é de que o consumo de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) não afeta significativamente os níveis de colesterol total circulantes, enquanto o consumo de gordura saturada (SFA) aumenta os níveis de colesterol (14).

Segundo Santos Filho et al. (13), em uma Metanálise de 14 estudos controlados entre 1983 e 1994, dietas com óleos ricos em MUFA versus ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) mostraram que a substituição de SFA por MUFA reduz o LDL-c de forma semelhante à substituição por PUFA, proporcionando um discreto efeito redutor sobre os triglicerídeos (15) (16) (17).

Em outra análise realizada por Ramsden et al. (18) (19), embora limitadas as evidências disponíveis de ensaios randomizados e controlados, eles não fornecem nenhuma indicação de benefício na redução de doenças coronarianas ou de mortalidade decorrentes da substituição de gordura saturada por óleos vegetais ricos em ômega-6.

A ligação entre gordura dietética, ácidos graxos saturados, colesterol sérico e doença coronariana tem sido referida como a hipótese da dieta-coração ou lipídica e, como a hipótese não foi universalmente aceita, surgiu o termo “controvérsia sobre o colesterol” (3). Conforme indica Kreimer (20), ainda que a premissa da correlação entre a gordura, o colesterol e as doenças cardíacas aparente ser um paradigma estabelecido, na verdade ela não está isenta de críticas e contestações, criadas a partir da própria disciplina de *epidemiologia*.

Este autor aponta ainda que, estudos realizados por pesquisadores da Escola de Saúde Pública de Harvard contestam a “hipótese lipídica” apesar do interesse de longa data na hipótese dieta-corção, o número de estudos de coorte que se dedicaram diretamente às associações entre a ingestão de gordura através da dieta e o risco de doenças cardiovasculares é surpreendentemente pequeno e os resultados não são consistentes. Numa seleção de 7 estudos, uma associação positiva significativa entre a ingestão de gorduras saturadas e o risco de doenças cardiovasculares foi encontrada em apenas duas pesquisas (20)

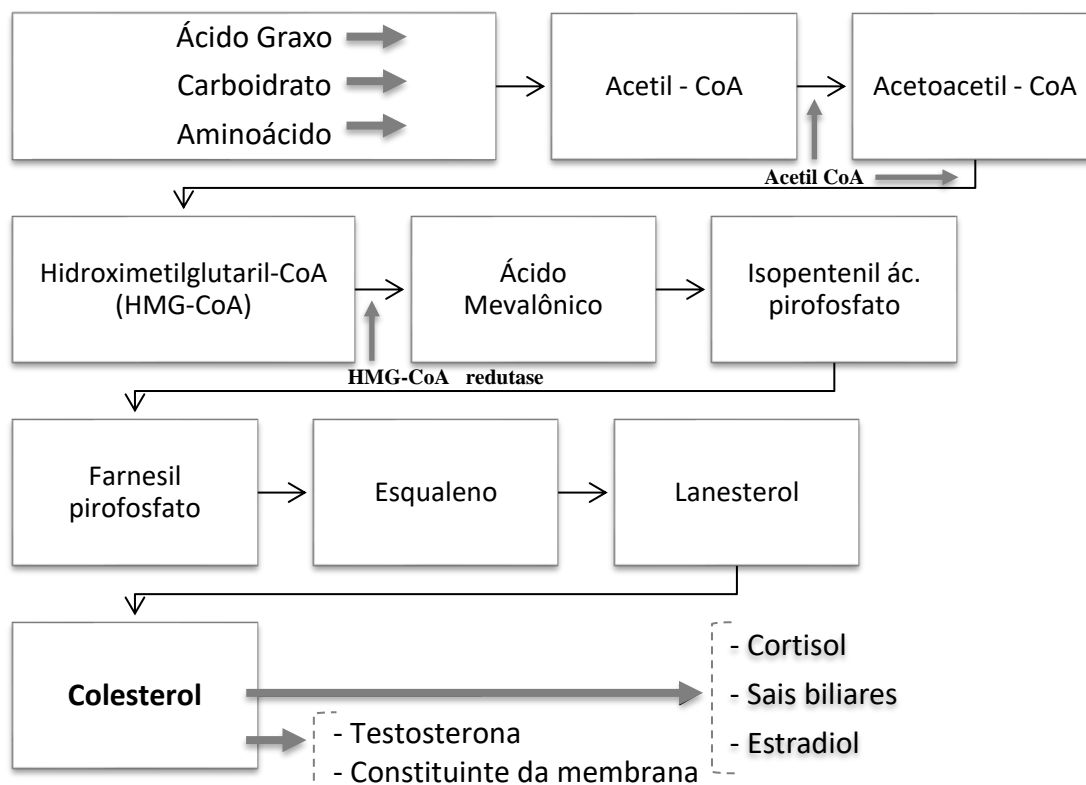


Figura 12 – Síntese do Colesterol (adaptado 7)

Ainda que as diretrizes mundiais proponham a substituição de gorduras saturadas por óleos vegetais ricos em ácidos graxos insaturados desde a década de 1960, isto pode apresentar implicações importantes para a economia mundial, além do aconselhamento dietético. Nas revisões de estudos relevantes onde dados não haviam sido publicados, as intervenções para redução do colesterol não mostraram nenhuma evidência de benefício na mortalidade por doença coronariana ou mortalidade por todas as causas (18) (19).

As descobertas do Minnesota Coronary Experiment acrescentam evidências crescentes de que a publicação incompleta contribuiu para a superestimação dos benefícios da substituição da gordura saturada por óleos vegetais ricos em ácido linoleico. Portanto,

ficou evidente que a alteração no colesterol não está relacionada ao risco de morte por causas diversas ou por doenças coronarianas (19).

O projeto de diretrizes da OMS de 2018 sobre ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans* recomendam reduzir a ingestão total de gordura saturada e substituir por ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados, mas não consideram as fortes evidências que os efeitos da gordura saturada na saúde variam dependendo do ácido graxo específico e sua fonte alimentar (2) (21).

Manter indicações gerais para redução de ácidos graxos saturados funcionará contra as intenções das diretrizes da OMS e enfraquecerá seu efeito sobre doenças crônicas e incidência de mortalidade. Recomendações para ingestão de alimentos com gordura saturada evitaria a exclusão desnecessária de alimentos que são fontes de nutrientes essenciais para saúde (2).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão de literatura apresentou pesquisas que obtiveram resultados divergentes sobre a redução de ácidos graxos saturados na dieta, para evitar doenças cardiovasculares. Estas indicações vêm sendo adotadas desde a década de 1960, tanto pela OMS como por políticas de saúde pública em vários países.

Cientistas apontam que as evidências de estudos epidemiológicos não fornecem dados convincentes de uma associação entre ácidos graxos saturados e doença coronariana. Portanto, fica evidente que recomendações para substituição de gorduras saturadas de origem animal por ácidos graxos insaturados de origem vegetal são medidas equivocadas para combate ou prevenção de doenças cardíacas.

Com base nos trabalhos avaliados, o objetivo desta revisão de literatura foi alcançado, ficando evidente a necessidade de diminuição no consumo óleos vegetais poliinsaturados e inclusão de alimentos que contém ácidos graxos saturados em sua composição. Também é importante que consumidores recebam melhores instruções sobre bons hábitos alimentares e doenças cardiovasculares, seja no tratamento de doenças já existentes ou na prevenção destas.

## REFERÊNCIAS

1. Cañas, G. J. S.; Braibante, M. E. F. A química dos alimentos funcionais. Química Nova Esc. 2019; 41:216-223.

2. Astrup A, Bertram HC, Bonjour JP, de Groot LC, de Oliveira Otto MC, Feeney EL, et al. WHO draft guidelines on dietary saturated and trans fatty acids: time for a new approach?. *BMJ (Online)*. 2019; 366:l4137.
3. Parodi PW. Has the association between saturated fatty acids, serum cholesterol and coronary heart disease been over emphasized?. *International Dairy Journal*, 2009; 19(6-7): 345-361.
4. Calder P. A hole in the diet-heart hypothesis?. *Nature Reviews Cardiology*. 2016; 13:385-386.
5. Garcia JCR, Targino MG. Responsabilidade ética e social na produção de periódicos científicos. *Perspectivas em Ciência da Informação (Impresso)*. 2008; 13:33-54.
6. Targino MG, Torres NH. Comunicação Científica Além da Ciência. *DOAJ Directory of Open Access Journals Ação Midiática*. 2014; 7:1-12.
7. Araujo JMA. *Química de Alimentos: Teoria e Prática*. 5aed. Viçosa. Editora Universitária, 2011.
8. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk. *Eur Heart J*. 2020; 41(1):111-188.
9. Gusson F, Parzianello MF, Séleri RL, Parzianello AF, Frigheto FC, Girão VD, et al. Estudo da relação entre o consumo de determinados alimentos e o risco de doenças cardiovasculares: Uma Revisão Expositiva. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*. 2023; 5: 4657-4672.
10. Abdallah A, Souza LFA, Colacite J. O uso de estatinas no tratamento de dislipidemia: Revisão bibliográfica. *RESEARCH, SOCIETY AND DEVELOPMENT*. 2023. 12: 1-7.
11. Mach F, Baigent C, Catapano AL et al. ESC Scientific Document Group. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk: supplementary data. *European Heart Journal*. 2019; 00: 1-18.
12. Alencar SAS, Kiefer C. Dietary lipid sources on the fatty acid profile of swine fat: a review. *Ciência Rural*. 2023; 53(3):e20210554.
13. Lima MM, Balladares N, Bermúdez A, López G, Soltero I. Bases Fisiológicas del Metabolismo de Lipoproteínas. *Informe Médico*. 2011; 13 (8): 363-370.
14. Santos Filho RD, Gagliardi ACM, Xavier HT, Magnoni D, Cassani RSL, Lottenberg AM, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz sobre o consumo de Gorduras e Saúde Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol*. 2013; 100(1Supl.3): 1-40.



15. Coutinho JG, Gentil PC, Toral N. A desnutrição e obesidade no Brasil: o enfrentamento com base na agenda única da nutrição. *Cad Saude Publica*. 2008;24(supl 2): S332-40.
16. Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, Stare FJ. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am J Clin Nutr*. 1965;17(5): 281-95.
17. Kris-Etherton PM, Yu S. Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr*. 1997; 65(5 Suppl): 1628S-1644S.
18. Ramsden CE, Zamora D, Leelarthaepin B, Majchrzak-Hong SF, Faurot KR, Suchindran CM, et al. Use of dietary linoleic acid for secondary prevention of coronary heart disease and death: evaluation of recovered data from the Sydney Diet Heart Study and updated meta-analysis. *The BMJ*. 2013; 346(903): 1-18.
19. Ramsden C, Zamora D, Majchrzak-Hong S, Faurot K, Broste S, Frantz R, et al. Re-evaluation of the traditional diet-heart hypothesis: Analysis of Recovered data from Minnesota Coronary Experiment (1968-73). *BMJ*. 2016; 353:i1246.
20. Kreimer P, Vessuri H, Arellano A. Conocer para transformar II: Nuevas investigaciones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina: Selección de trabajos presentados en el V Taller de Jóvenes Investigadores en Ciencia, Tecnología y Sociedad y II Escuela Doctoral Iberoamericana en Estudios Sociales y Políticos de la Ciencia y la Tecnología. UNESCO-IESALC, 2012.
21. Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children: WHO guideline. Geneva: World Health Organization. 2023.

## BIOPLÁSTICO DESENVOLVIDO A PARTIR DA FARINHA DO SABUGO DE MILHO (*Zea mays* L.)

Catharine Venturineli dos Santos <sup>1</sup>; Adriane de Assis Lawisch Rodriguez <sup>1</sup>;  
Álvaro Meneguzzi <sup>2</sup>; Rodrigo Sanchotene Silva <sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Email: catharine-santos@uergs.edu.br

<sup>2</sup> Email: rodrigo-sanchotene@uergs.edu.br

**Resumo:** A poluição causada pelo plástico é um dos principais desafios ambientais da atualidade. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de bioplásticos a partir do sabugo de milho (*Zea mays* L.), um resíduo agrícola abundante e frequentemente descartado de forma inadequada. A metodologia de casting foi utilizada e consiste nas seguintes etapas: inicialmente, a farinha de sabugo de milho foi combinada com água destilada em proporções específicas. A mistura foi aquecida em banho-maria, filtrada e homogeneizada com adição de gelatina, glicerina e ácido acético em massas pré-estabelecidas. Em seguida, a solução resultante foi despejada em placas de petri, permitindo a obtenção de diferentes espessuras de bioplástico. As placas foram secas em estufa a 45°C por 24 horas e posteriormente mantidas tampadas em temperatura ambiente para a completa secagem do biofilme. Os resultados revelaram que os bioplásticos produzidos apresentaram propriedades físicas satisfatórias, como resistência visual e tátil, tornando-os semelhantes aos plásticos convencionais. Essa abordagem sustentável de utilizar o sabugo de milho como matéria-prima contribui para reduzir a poluição plástica, evitando a acumulação de resíduos no meio ambiente e diminuindo a dependência de fontes não renováveis. O desenvolvimento desses bioplásticos representa um importante passo para a transição em direção a um sistema mais sustentável, preservando o meio ambiente para as futuras gerações.

**Palavras-chave:** biodegradabilidade; impacto ambiental; método *casting*;

**Abstract:** The pollution caused by plastic is one of the major environmental challenges of our time. In this context, the present study aimed to develop bioplastics from maize cobs (*Zeamays* L.), which are abundant agricultural residues often inadequately discarded. The casting methodology was employed, involving the following steps: initially, maize cob flour was combined with distilled water in specific proportions. The mixture was then heated in a water bath, filtered, and homogenized with the addition of gelatin, glycerin, and acetic acid in predetermined masses. Subsequently, the resulting solution was poured into petri dishes, allowing for the production of bioplastics with different thicknesses. The dishes were dried in an oven at 45°C for 24 hours and subsequently kept covered at room temperature for complete film drying. The results revealed that the produced bioplastics exhibited satisfactory physical properties, such as visual and tactile strength, making them similar to conventional plastics. This sustainable approach of utilizing maize cobs as a raw material helps to reduce plastic pollution, preventing waste accumulation in the environment, and reducing dependence on non-renewable sources. The development of these bioplastics represents a significant step towards transitioning to a more sustainable system, preserving the environment for future generations.

**Key Word:** biodegradability; *casting* method; environmental impact;

## INTRODUÇÃO

Os polímeros, mais conhecidos como plásticos, são macromoléculas orgânicas poliméricas compostas por monômeros unidos por ligações covalentes, sendo classificados como naturais ou sintéticos. Esse material apresenta diversas variações em suas propriedades físicas e químicas, podendo ser rígido e durável ou maleável e de fácil combustão. [1]

A história dos plásticos remonta ao século XIX, quando o primeiro plástico, denominado Parkesine, foi apresentado ao público na "Great London Exposition". Desde então, os avanços tecnológicos levaram à criação de plásticos sintéticos, como a baquelite, que se mostraram duráveis e resistentes ao calor. O advento da indústria petroquímica e a produção em massa do policloreto de vinila (PVC) impulsionaram ainda mais a disseminação dos plásticos no mercado global. [2]

Atualmente, os plásticos sintéticos são misturados com aditivos químicos para torná-los mais flexíveis e resistentes. Esses plásticos sintéticos derivados de hidrocarbonetos fósseis, como o etileno e o propileno, não são biodegradáveis. Antes de se degradarem, eles se acumulam em aterros ou em diversos ecossistemas. Caso seja necessário eliminá-los permanentemente, é necessário utilizar métodos de tratamento térmico destrutivo, como combustão e pirólise. [3]. Qualquer forma de descarte desses materiais não biodegradáveis gera poluentes e causa grande preocupação ambiental.

De 1950 a 2017, estima-se que o mundo produziu cerca de 8,9 bilhões de toneladas de plástico, incluindo plásticos primários, que são virgens e secundários, provenientes de materiais recicláveis. Deste total, 4,9 bilhões de toneladas ainda se acumulam em aterros sanitários e na natureza. [4].

O Brasil é o quarto maior produtor de resíduos plásticos do mundo, de acordo com dados de 2016, com 11,3 milhões de toneladas, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e Índia. Aproximadamente 91% desse total foi recolhido, porém apenas 1,28% foi destinado à reciclagem, o que coloca o país com um dos menores percentuais de reciclagem do mundo, com uma média de 9%. [4].

A produção de resíduo plásticos representa um sério problema ambiental, uma vez que é amplamente utilizado na fabricação de diversos tipos de embalagens e outros objetos de fácil descarte, com longo tempo de degradação, resultando em poluição ambiental e visual por um longo tempo. [1].

produção de resíduo plásticos representa um sério problema ambiental, uma vez que é amplamente utilizado na fabricação de diversos tipos de embalagens e outros objetos de fácil descarte, com longo tempo de degradação, resultando em poluição ambiental e visual por um longo tempo. [1].

Uma alternativa para o uso e descarte adequado do resíduo plásticos, além da coleta seletiva e da reciclagem, é a produção de polímeros biodegradáveis que se degradem facilmente no meio ambiente e sejam de baixo custo tanto para a indústria quanto para os consumidores. Uma estratégia para substituir os polímeros sintéticos é aproveitar resíduos sem uso pelas grandes indústrias.

O sabugo do milho (*Zea mays* L.) é um resíduo agrícola proveniente de fonte renovável, tendo como propriedades promissoras para pesquisas na área de novos materiais devido à sua biodegradabilidade e à baixa densidade. O sabugo é composto por polímeros de polissacarídeos provenientes da parede celular vegetal, sendo a celulose, as hemiceluloses

e a lignina os componentes básicos desses polímeros. Essa composição diversificada apresenta ampla aplicação na indústria. [5].

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), produção de milho, apenas no Brasil, têm alcançado mais de 100 milhões de toneladas anuais, o que resulta em um acúmulo significativo de resíduos no meio ambiente sem um descarte adequado. [6].

Uma das aplicações possíveis do uso de sabugo de milho (*Zea mays* L.) é a produção de materiais poliméricos biodegradáveis, trazendo diversos benefícios, tanto ambientais como socioeconômicos, como a redução da emissão de gases poluentes, entre outros fatores.

Diante dos benefícios apresentados, o desenvolvimento de bioplásticos a partir de resíduos agroindustriais é uma alternativa promissora, considerando a possibilidade de esgotamento da matéria-prima para a produção de plásticos convencionais. Essa questão está gerando um debate mundial sobre a necessidade de reduzir, reciclar e reutilizar tudo o que já temos no ambiente.

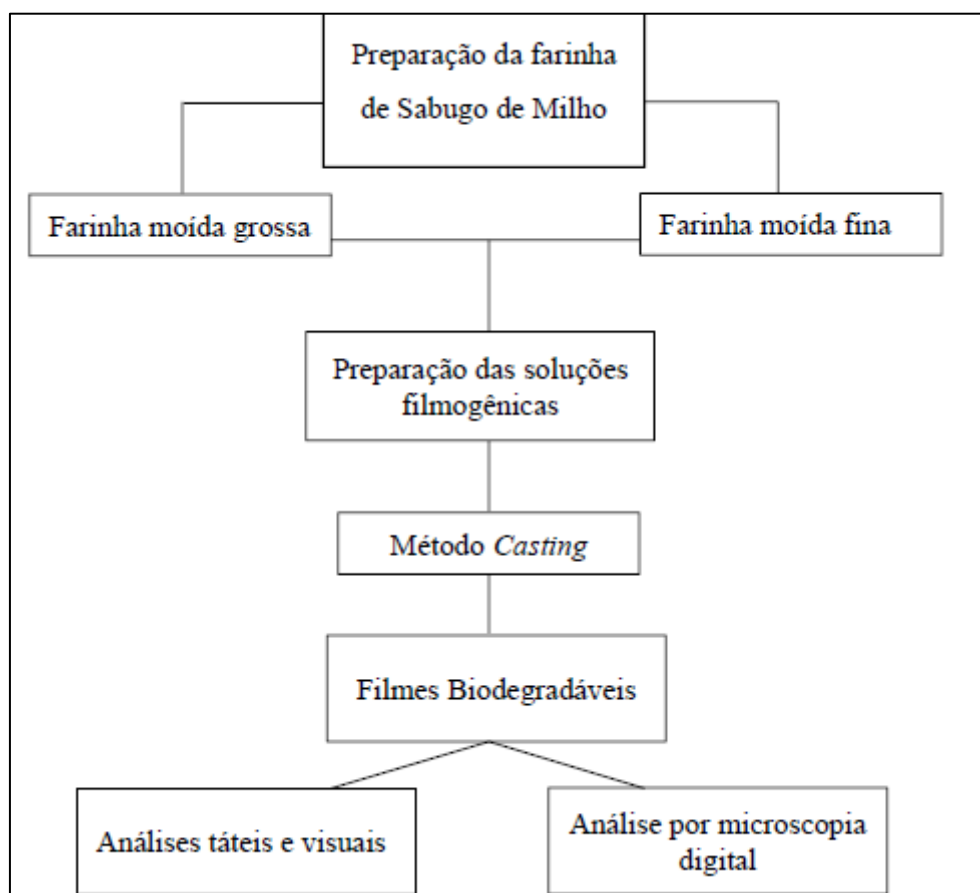
O desenvolvimento de bioplásticos a partir da farinha do sabugo de milho por meio do método casting é realizado utilizando um resíduo agrícola que atualmente possui pouca finalidade, alinhando-se às expectativas futuras de produção de plásticos sustentáveis. O principal objetivo é criar bioplásticos com ênfase na biodegradabilidade, contribuindo para enfrentar a crescente preocupação global com a poluição plástica e promovendo uma transição em direção à produção de materiais mais sustentáveis. Além disso, busca-se a inovação ao utilizar resíduos agroindustriais como matéria-prima, reduzindo a dependência de fontes não renováveis e aproveitando eficazmente materiais anteriormente subutilizados, demonstrando um compromisso com práticas responsáveis em relação ao meio ambiente e aos recursos naturais.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho, utilizou-se sabugo de milho (*Zea mays* L.), doado por agricultores locais da região do Vale do Rio Pardo, água destilada, gelatina 100% natural comprada a granel sem marca conhecida, glicerina bi-destilada (glicerol) da marca “Farmax” e vinagre (acidez 4.35%) da marca “Weinmann”.

O processo de desenvolvimento do bioplástico a partir da farinha de sabugo de milho foi realizado conforme ilustrado nas Figuras 1 e na Figura 4.

Figura 1 – Fluxograma do processo do desenvolvimento do bioplástico a partir da farinha do sabugo de milho



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Foram reservados aproximadamente 30 unidades de sabugo de milho, totalizando-se 1 kg. Em seguida, eles foram levados para serem triturados em um moinho de facas industrial e, posteriormente, parte do material foi conduzido a um moedor de facas tipo Willey (Figura 2 e Figura 3), que permite uma moagem para obtenção de porções menores e mais uniformes (com peneira de 2 mm acoplada ao item). Os dois moinhos foram disponibilizados pelos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Química quais sejam, Laboratório de Processos Químicos e Operações Unitárias e Laboratório de Engenharia Ambiental: Tecnologia e Processos da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

Figura 2 - Moinho de facas industrial, utilizado para o processamento do sabugo do milho



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 3 - Moinho de facas tipo Willey, utilizado para o processamento do sabugo do milho



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Para garantir que parte do material alcançasse uma granulometria adequada, uma etapa adicional de peneiração manual foi realizada. Nesse caso, uma peneira da série Taylor



com mesh 8 foi utilizada. Essa etapa de peneiração manual teve como objetivo a garantia e a qualidade e homogeneidade do conjunto de partículas obtidas. A obtenção de partículas menores são fundamentais para a extração dos compostos presentes nos sabugos de milho utilizados em processos de produção do biofilme. O material que não atingiu a granulometria desejada, foi descartado, uma vez que não apresentava utilidade imediata no momento do processo.

Após os processos de obtenção das farinhas nos dois diferentes moinhos, foram obtidos 0.126 kg de material fino moído e 0.342 kg de material grosso moído. Essas medidas indicam as quantidades de cada tipo de farinha produzida.

Na Tabela 1 estão descritas as quantidades utilizadas das amostras de farinhas, gelatina, glicerina e ácido acético para produção dos bioplásticos.

Tabela 1- medidas utilizadas para produção dos bioplásticos a partir da farinha de sabugo de milho fina (*Zea mays* L.)

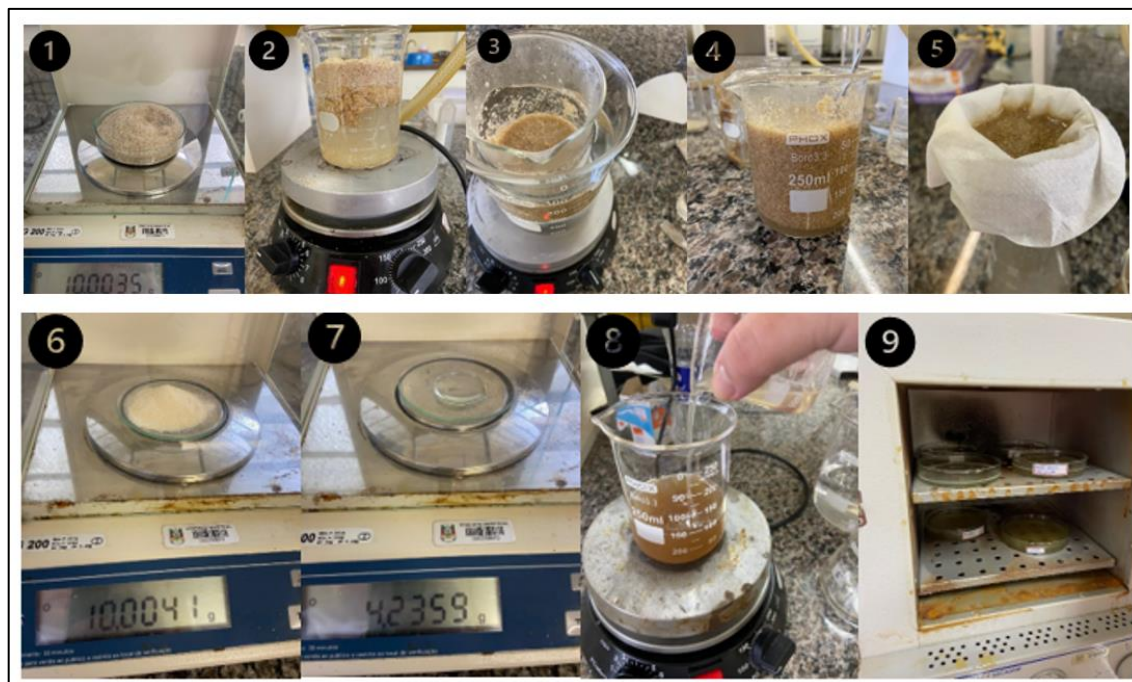
Materiais Utilizados	Amostras de Bioplásticos					
	01	02	03	04	05	06
Farinha SM* (g)	5,0	5,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Gelatina 100% (g)	5,0	5,0	5,0	10,0	10,0	5,0
Glicerina (g)	8,0	4,0	8,0	8,0	10,0	6,0
Ácido acético (4,35%) (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

\*SM: Sabugo de Milho (*Zea mays* L.)

Para todas as análises, foi utilizado o mesmo método, diferenciando apenas as medidas dos materiais ,conforme descrito na Tabela1.

Foram realizados 6 testes com farinha de sabugo, com 2 espessuras diferentes antes da secagem.

Figura 4 - Resumo das etapas do processamento do sabugo do milho (*Zea mays* L.) para obtenção de bioplástico



Fonte: elaborado pela autora (2022).

1- Pesagem da farinha; 2- Água destilada com adição da farinha; 3- Submissão ao Banho-maria; 4- Solução homogeneizada; 5- Filtração simples; 6- Pesagem da gelatina; 7- Pesagem da glicerina; 8- Adição da gelatina homogeneizada ao conteúdo; 9- Placas de petri alocadas na estufa.

Inicialmente, a quantidade necessária de farinha foi medida e transferida para um Becker contendo água destilada. No 1º e 2º teste, foram utilizados 100 mL de água destilada, enquanto nos testes restantes foram utilizados 170 mL, também de água destilada. Em seguida, as duas substâncias foram misturadas e colocadas em banho-maria, a uma temperatura de aproximadamente 100° C., sendo agitadas ocasionalmente. Durante esse período, a gelatina foi pesada e homogeneizada com adição de 70 mL de água quente. Após os 20 minutos de banho-maria, foi realizada uma filtração simples, utilizando funil, filtro de papel e Erlenmeyer. O conteúdo filtrado foi transferido para outro Becker, no qual a gelatina, a glicerina e o ácido acético foram adicionados (todos com massas pré-estabelecidas, em função das massas definidas para cada teste). Após essas adições, o conteúdo foi agitado por mais 3 minutos para garantir uma homogeneização completa, utilizando agitadores magnéticos.

A solução resultado foi dividida em placas de petri, a partir da definição de duas espessuras de deposição nas placas: uma mais fina (com 0,025mm) e outra mais espessa (com 0,05mm). As placas foram alocadas em uma estufa com circulação forçada de ar para secagem dos reagentes, permanecendo lá por 24 horas a 45°C. Na sequência, as placas foram retiradas e mantidas tampadas em temperatura ambiente por uma semana, até a completa secagem biofilme.

Após a produção dos biofilmes utilizando farinha de sabugo de milho (*Zea mays* L.), a água destilada, gelatina, glicerina e ácido acético, foram realizadas análises táteis e visuais para avaliar suas características.

Através do microscópio digital AM4013MZTL - Dino-Lite Digital Microscope, imagens de 450 vezes, software DinoCapture 2.0, junto a Laboratório de Corrosão, Proteção

e Reciclagem de Materiais (LACOR) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) foram realizados estudos visuais da estrutura superficial do bioplástico da Amostra 5.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos revelaram variações sensoriais significativas entre as amostras, tanto visualmente como em textura.

Seguindo a metodologia descrita, fases preliminares foram essenciais para chegar aos métodos finais escolhidos nesse trabalho. Como a etapa de filtração para não ter resíduos no bioplástico e na qual evitou ressecamento do produto. A adição de vinagre nas amostras também apresentou uma melhoria nas propriedades do bioplástico, contribuindo para menor quebra do material e influenciou para ausentar a presença de fungos.

A glicerina desempenha ação de plastificante junto ao ácido acético, conferindo aos biofilmes uma maior flexibilidade e reduzindo sua fragilidade.

No contexto da produção de biofilmes, a gelatina desempenha um papel fundamental na formação da estrutura matriz do bioplástico, conferindo-lhe características desejáveis, como flexibilidade, resistência e biodegradabilidade. Além disso, a gelatina é um ingrediente de origem renovável, o que contribui para a sustentabilidade dos bioplásticos produzidos.

A temperatura é um fator importante, principalmente no método *casting*, para que ocorra a evaporação dos solventes corretamente, para o produto de interesse seja obtido.

A temperatura ideal que foi observada para secagem das amostras de 0,025 mm nas placas petri não é desejável que ultrapasse 45° C e nas espessuras de amostra 0,05 mm o ideal é a 60° C, conforme é evidenciado na Figura 5 A medida da espessura foi feita com a solução líquida em placa petri.

Figura 5 - Amostra 04 Submetida à 90° C.

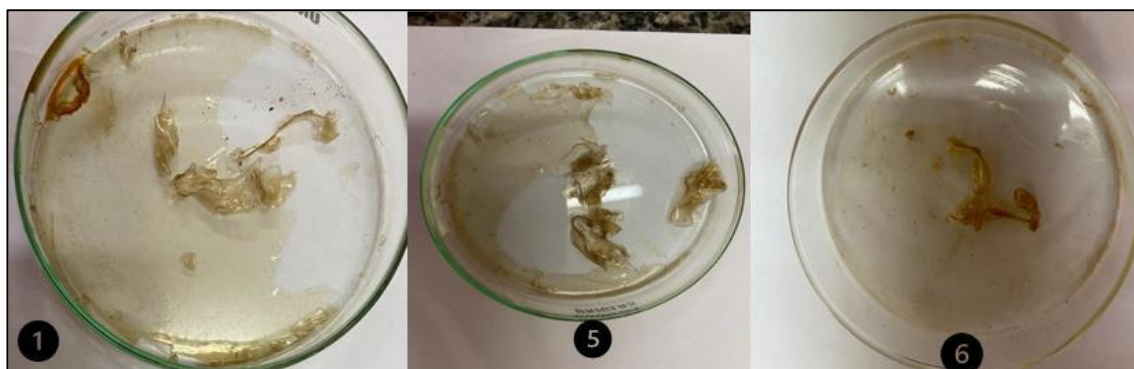


Fonte: elaborado pela autora (2023).

Nas Amostras 01, 05 e 06 (Figura 6), foram obtidos bioplásticos com elevada adesão às placas, o que dificultou a remoção. Isso ocorreu devido à sua menor espessura, uma vez

que seus solventes secaram excessivamente, comprometendo a formação adequada do filme, além de ser mais aderente, o que também tornou seu manuseio mais difícil.

Figura 6 – Aspectos físicos insatisfatórios das Amostras 01, 05 e 06.



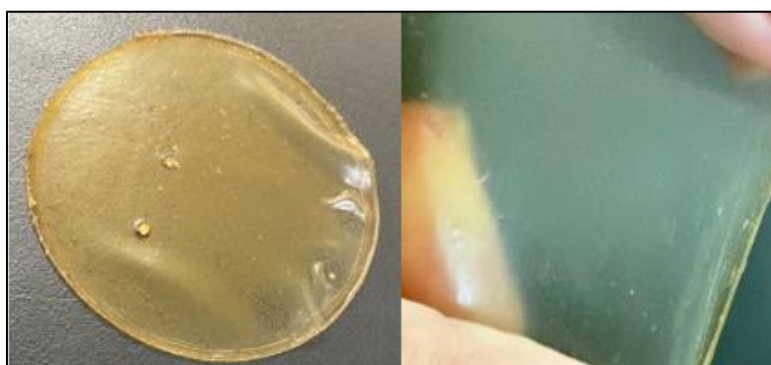
Fonte: elaborado pela autora (2023).

A Amostra 02, apesar de ter sido completamente removida da placa de petri, apresentou aspecto rugoso, devido à sua textura mais aderente, dificultando seu manuseio.

A amostra 03 também não alcançou o resultado esperado, apresentando uma textura gelatinosa que não se adequa às características de um bioplástico.

Dentre as amostras produzidas, a Amostra 04 (Figura 7) apresentou os melhores resultados, demonstrando maior resistência e um aspecto visual mais próximo de um plástico convencional. A remoção da placa de Petri foi mais fácil em comparação com as outras amostras, sendo retirada intacta.

Figura 7 - Amostra 04, dias após primeiro manuseio e exposição ao tempo



Fonte: elaborado pela autora (2023).

A partir do conjunto dos resultados, verifica-se que a adição adequada dos conteúdos (10,0 g de farinha do sabugo do milho [*Zea mays* L.], 10,0 g de gelatina 100%, 8,0 g de glicerina e 10 mL de ácido acético 4,35%), resultando na Amostra 04 é adequada para maior similaridade a filmes plásticos convencionais. Entretanto, salienta-se que a combinação de espessura e temperatura de secagem para o aspecto físico desejado devem ser considerados,



com indicação de no máximo 60° C. para camadas de 0,05 mm e máximo de 45° C. para camadas de 0,025 mm.

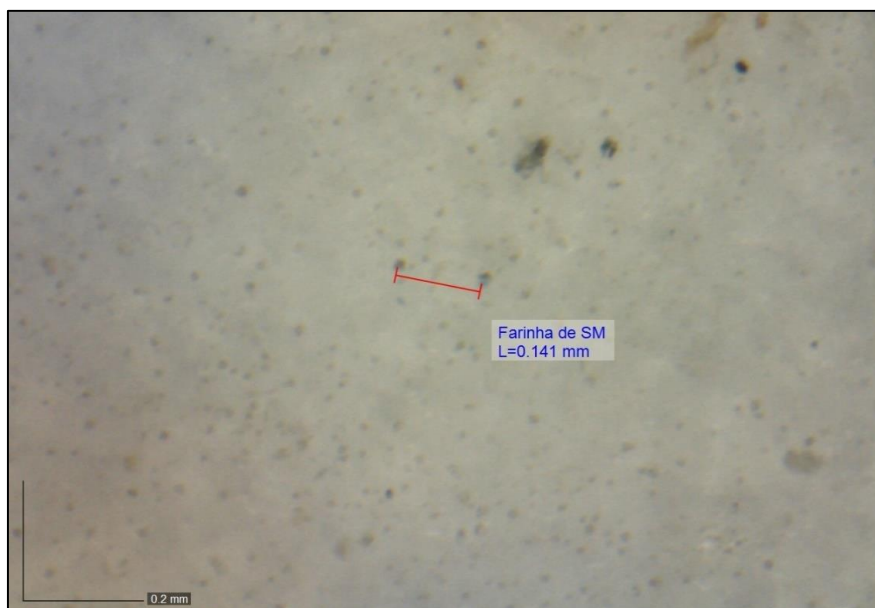
Realizou-se uma análise detalhada do bioplástico utilizando um microscópio digital, revelando que a espessura do material se encontra dentro da faixa de 0.156mm a 0.204mm, conforme evidenciado na Figura 08. Além disso, a Figura 09 apresenta diversas áreas escuras o que pode ser atribuído a farinha de sabugo de milho, pois não há a presença destas áreas em amostras sem sabugo de milho, como observado na amostra de gelatina, mas há a demanda de investigação para confirmação.

Figura 8 - Espessura dos bioplásticos.



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Figura 9 - Bioplástico em microscópio digital em 450x



Fonte: elaborado pela autora (2023).

Conforme os resultados apresentados, o objetivo inicial de gerar o bioplástico foi alcançado. No entanto, o trabalho indica a necessidade de investigações adicionais para determinar se a geração do bioplástico foi resultado das concentrações específicas da farinha de sabugo de milho ou se foi influenciado por outros componentes presentes na mistura, como a gelatina e o glicerol. Além disso, observou-se que o vinagre utilizado como ácido acético poderia ser aprimorado em termos de pureza, a fim de melhor observar seu efeito na geração do bioplástico.

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que a adição de ácido acético desempenhou um papel fundamental na melhoria das propriedades dos biofilmes produzidos, influenciando a elasticidade e fragilidade à quebra dos materiais.

A amostra que obteve os melhores resultados físicos foi a Amostra 04, demonstrando maior resistência e aspecto visual semelhante a um plástico convencional. Esses resultados indicam a importância de ajuste da concentração de glicerina (que atua como plastificante) nas formulações.

A utilização de gelatina na composição dos biofilmes desempenhou um papel fundamental na formação da estrutura matriz do bioplástico, conferindo ao produto flexibilidade, resistência e biodegradabilidade.

O método casting oferece uma alternativa sustentável para a produção de filmes biodegradáveis, contribuindo para a redução do impacto ambiental causado pelos plásticos convencionais.

A substituição dos plásticos convencionais por bioplásticos representa um passo importante em direção a um futuro mais sustentável, no qual podemos minimizar o impacto ambiental, preservar os recursos naturais e proteger a biodiversidade do nosso planeta. Além disso, os materiais podem ser decompostos em uma escala de tempo menor e sem a toxicidade aparente (em relação aos plásticos convencionais).



Portanto, desenvolvimento de bioplásticos a partir da farinha do sabugo de milho (*Zea mays* L.) é promissor, oferecendo uma alternativa sustentável aos plásticos convencionais. É necessário aprimorar as formulações e processos de produção, objetivando-se testes biológicos e físicos para o desenvolvimento de produtos mais eficientes.

O estudo contribui para a crescente demanda por soluções sustentáveis e ressalta a importância da pesquisa e desenvolvimento perpétuos no âmbito dos materiais biodegradáveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSIS, Marcos; SANTOS, Taidés. PROPRIEDADES QUÍMICAS, PROBLEMAS AMBIENTAIS E RECICLAGEM DE PLÁSTICO: uma revisão de literatura. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 31-37, 2020. DOI <https://doi.org/10.26694/jibi.v5i1.10610>. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/jibi/article/view/7>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- [2] MONTENEGRO, Marcelo; VIANNA, Manoela; TELES, Daisy (ed.). *Atlas do Plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos*. [S. l.]: Fundação Heinrich Böll, dez 2020. 60 p. ISBN 978-65-87665-03-0.
- [3] GEYER, Roland; JAMBECK, Jenna; LAW, Kara. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, [s. l.], v. 3, p. 1-5, 19 jul. 2017.
- [4] VASCONCELOS, Yuri. *Planeta Plástico*. 281. ed. [S. l.], Jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/planeta-plastico/>. Acesso em: 23 nov. 2022.
- [5] SILVEIRA, Raniera Fagundes de Melo. *Atividades biológicas de xilana de sabugo de milho*. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica; Biologia Molecular) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/12555>.
- [6] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 9 nono levantamento, junho 2023*.

## DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOPLÁSTICOS DE AMIDO DO MESOCARPO DE COCO BABAÇU E ALGINATO DE SÓDIO REFORÇADOS COM ARGILA IN NATURA E ORGANO-FÍLICA

Pablo Daniel Sena Silva \*; Louryval Coelho Paixão ; Alan Silva De Menezes ;  
Allan Kardec Duailibe Barros Filho ; Izzadora Quintanilha Soares ; Audirene Amorim Santana 

\*Email: [pablo.daniel@discente.ufma.br](mailto:pablo.daniel@discente.ufma.br)

**Resumo:** Em virtude do crescente alarme ambiental, que categorizou a indústria do plástico como uma fonte significativa de poluição ambiental, esta pesquisa foi concebida com o propósito de investigar bioplásticos derivados do amido do mesocarpo de coco babaçu e alginato de sódio, fortalecidos tanto com argila bentonita in natura quanto organofilizada. O escopo da avaliação abrangeu propriedades, tais como umidade, solubilidade, permeabilidade ao vapor de água, características mecânicas e análise por espectroscopia de infravermelho. O estudo abordou detalhadamente o processo de obtenção dos componentes, incluindo o beneficiamento e organofilização da argila, a extração do amido e a obtenção dos bioplásticos. A incorporação da argila, seja na forma in natura ou organofilizada, evidenciou impactos positivos na estrutura dos bioplásticos, como atestado pelos espectros de infravermelho. Além disso, a argila organofilizada revelou melhorias substanciais nas propriedades de umidade e solubilidade dos bioplásticos em análise. O aprimoramento progressivo das propriedades mecânicas, notavelmente em concentrações crescentes de argila (0,25%, 0,75% e 1,25%), consolidou a relevância da organofilização para a estabilidade desses materiais biodegradáveis. Os resultados obtidos oferecem uma perspectiva promissora para a aplicação destes bioplásticos em diversas áreas, não apenas como uma alternativa ecologicamente responsável, mas também como um impulso para novas oportunidades na indústria de materiais sustentáveis.

**Palavras-chave:** ALGINATO; AMIDO; BENTONITA; IN NATURA; ORGANO-FILIZAÇÃO

**Abstract:** Due to the growing environmental alarm, which has categorized the plastics industry as a significant source of environmental pollution, this research was conceived with the purpose of investigating bioplastics derived from the starch of the babassu coconut mesocarp and sodium alginate, strengthened with both natural and organofilized bentonite clay. The scope of the evaluation covered properties such as moisture, solubility, water vapor permeability, mechanical characteristics and infrared spectroscopy analysis. The study covered in detail the process of obtaining the components, including the processing and organofilization of the clay, the extraction of starch and the obtaining of bioplastics. The incorporation of clay, whether in natura or organofilic, showed positive impacts on the

structure of bioplastics, as attested by the infrared spectra. In addition, the organofilized clay revealed substantial improvements in the moisture and solubility properties of the bioplastics under analysis. The progressive improvement of mechanical properties, notably in increasing clay concentrations (0,25%, 0,75% and 1,25%), consolidated the relevance of organofilization for the stability of these biodegradable materials. The results obtained offer a promising prospect for the application of these bioplastics in several areas, not only as an ecologically responsible alternative, but also as an impetus for new opportunities in the sustainable materials industry.

**Key Word:** ALGINATE; STARCH; BENTONITE; IN NATURA; ORGANOFILIZATION

## INTRODUÇÃO

Com a crescente apreensão acerca da preservação ambiental, os focos de pesquisa têm evoluído para uma abordagem mais sustentável. Dentre todos os elementos que contribuem para a poluição ambiental, a indústria do plástico se destaca como um dos principais perpetradores (1). A crescente dependência de recursos fósseis tem despertado um interesse considerável no estudo de plásticos biodegradáveis e sustentáveis (2). Fontes biológicas renováveis, abrangendo plantas, animais e microrganismos, constituem a matriz dos biopolímeros, os quais têm conquistado considerável atenção como substitutos viáveis para os polímeros sintéticos convencionais devido às suas propriedades de sustentabilidade, biodegradabilidade e biocompatibilidade. Em virtude de suas características benéficas, esses biopolímeros encontram aplicabilidade em diversas áreas (3).

Nesse contexto, a ênfase recai sobre a adoção de materiais naturais abundantemente disponíveis na natureza e de custo reduzido. O amido do mesocarpo de coco babaçu (AMCB), constituído por amilose e amilopectina, sobressai-se devido às suas vantagens ambientais, tais como facilidade de degradação, ausência de toxicidade e abundância no estado do Maranhão (4). Outro polímero natural de relevância é o alginato de sódio, obtido de algas marinhas, composto por um polissacarídeo linear de  $\beta$ -D-manuronato e  $\alpha$ -L-guluronato, unidos por ligações glicosídicas 1-4. Suas propriedades de biodegradabilidade, biocompatibilidade e não-toxicidade conferem-lhe atratividade para uma gama variada de aplicações (5).

Entretanto, bioplásticos à base de amido e alginato apresentam algumas limitações, tais como menor hidrofobicidade, propriedades mecânicas e de barreira inferiores, resultando, assim, em aplicações restritas (6). Para superar essas limitações, pesquisadores têm dedicado esforços para aprimorar suas propriedades mediante a incorporação de agentes plastificantes e agentes de reticulação (7). Embora bioplásticos com maior teor de amilose demonstrem propriedades mecânicas e de barreira mais robustas, devido à recristalização da amilose e à formação de uma rede polimérica mais compacta, ainda carecem de características ideais (6).

No intuito de aprimorar ainda mais tais propriedades, a inclusão de bentonita emerge como uma alternativa promissora. A argila bentonita, mineral argiloso versátil e natural, tem atraído atenção no campo de materiais de reforço, graças à sua singular combinação de propriedades estruturais, conferindo compatibilidade e reforço mecânico aos biomateriais.

A estrutura cristalina da bentonita é caracterizada por um arranjo em camadas de folhas tetraédricas de alumina e sílica, conferindo propriedades excepcionais de inchaço e capacidade de troca catiônica ao material (8).

Assim sendo, o presente estudo objetivou avaliar os bioplásticos à base de AMCB e alginato, reforçados com argila bentonita in natura e organofilizada, por meio de análises de teor de umidade, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água (PVA), propriedades mecânicas e Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizadas a argila bentonita cálcica doadas pela empresa (Aligra Indústria e Comércio de Argila Ltda, Brasil), CTAB - brometo de hexadeciltrimetilamônio (Merck, Brasil), alginato de sódio (Isofar, Brasil), mesocarpo de coco babaçu coletados no campus da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), glicerol, cloreto de cálcio anidro e dihidratado, hidróxido de sódio, metabissulfito de sódio e álcool etílico (Synth, Brasil).

### *Obtenção do amido do mesocarpo de coco babaçu*

O amido foi obtido a partir da metodologia proposta por Araruna et. al. (9). O pó de mesocarpo passou por peneiração sucessiva com malha granulométrica de 0,053 mm. Em seguida, foi lavado em solução de metabissulfito de sódio (1:2 m/v) para prevenir o escurecimento do amido. Após agitação por 10 min, a solução foi filtrada à vácuo. Realizaram-se lavagens com solução de NaOH a 0,05 mol/L e álcool etílico absoluto para remover resíduos orgânicos. O material foi filtrado e levado à estufa a 40 °C por 24 h.

### *Beneficiamento da argila*

O processo de beneficiamento teve início com a etapa de moagem, a qual foi executada por meio de almofariz e pistilo. O objetivo dessa etapa foi reduzir o tamanho das partículas da argila, assegurando assim uma maior homogeneidade. Após a conclusão da etapa de moagem, a argila passou por um processo de peneiramento utilizando uma peneira com padronização estabelecida pela norma ABNT nº 200, a qual possui uma abertura nominal de 74 µm.

### *Organofilização*

Para realizar a organofilização da bentonita cálcica, um conjunto de etapas foi seguido a partir da metodologia proposta por Da Silva (10). Inicialmente, uma solução aquosa contendo o sal quaternário de amônio (CTAB) foi preparada com uma concentração de 0,627 g/L. A fim de otimizar a solubilização do tensoativo na água, a solução foi submetida a agitação e um aquecimento parcial. Uma vez atingida a homogeneidade, 41,6 g da argila foram introduzidos na solução. A agitação contínua foi mantida a uma velocidade constante de 750 rpm, e sob temperatura de 80 °C ± 5 °C, por 20 min. A fase subsequente envolveu um período de repouso de 24 h, durante o qual o recipiente contendo a solução foi hermeticamente fechado e mantido a temperatura ambiente. Isso permitiu que ocorresse a troca catiônica entre a argila e o tensoativo catiônico. Após esse intervalo, a solução passou por um processo de filtragem à vácuo para separar as argilas organofilizadas. O filtrado

resultante foi então disposto em placas de Petri, submetido a um processo de secagem em estufa a uma temperatura controlada de 60 °C ao longo de 48 h. Com a argila agora seca, o passo seguinte envolveu a moagem manual, auxiliada por um almofariz e um pistilo. Finalmente, a argila foi submetida novamente a uma peneiração com malha de 200 mesh.

#### *Elaboração dos bioplásticos*

Seis composições foram elaboradas, utilizando a metodologia proposta por Santana e Kieckbusch (11), com variações nas concentrações das argilas (0,25%, 0,75% e 1,25% w/v). Inicialmente, 400 mL de água destilada foram adicionados a um Becker e agitados em um turrax a 10000 rpm, mantendo-se a temperatura em 80 °C. Posteriormente, incorporou-se o AMCB (0,0075% w/v), obtido na etapa anterior, e manteve-se em agitação por 15 min. A solução foi resfriada a 70 °C e adicionou-se gradativamente o alginato de sódio (0,02% w/v). Em seguida, as argilas foram incorporadas à solução nas concentrações estabelecidas, mantendo-se a temperatura constante de 70 °C. Para conferir maior plasticidade, adicionou-se o glicerol (0,0125% v/v) à solução, que foi resfriada até atingir 40 °C. Finalmente, adicionou-se o  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (0,075% v/v) a 1% (agente reticulante). Devido à rápida reticulação, a solução foi adicionada lentamente à mistura e agitada por 20 min para obter uma solução homogênea. Os bioplásticos resultantes foram dispostos em placas de acrílico e submetidos à secagem em estufa com recirculação de ar a 40 °C por 18 a 20 h. Após a secagem, os bioplásticos foram removidos das placas e armazenados em dessecadores com umidade relativa de aproximadamente 43%.

#### *Caracterização*

Os bioplásticos foram caracterizados, quanto ao conteúdo de umidade, conforme as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (12), sendo realizada em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 °C por 24 h; solubilidade em água, seguindo a metodologia estabelecida por Irissin-Mandata (13); espessura, foram medidas com um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias; PVA foi conduzida em um ambiente controlado a 25 °C ( $\pm 1$  °C), seguindo as normas da ASTM (American Society for Testing and Materials) através do método E96M-16 (14), onde, ao longo de aproximadamente 72 h, o aumento total de massa da célula foi monitorado de forma contínua e a área da superfície exposta do bioplástico utilizada foi de  $38,5 \times 10^{-4} \text{m}^2$ ; propriedades mecânicas foram avaliadas por meio de um ensaio de tração empregando o texturômetro TA.XT2, (Stable Microsystems SMD). O referido procedimento visou aferir a alongação até a ruptura ( $\epsilon$ ), a tensão de ruptura ( $\sigma$ ) e o módulo de Young (E) dos bioplásticos, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelas normas da ASTM através do método D882-18 (15) e a Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) dos bioplásticos, foram realizadas em um espectrômetro (modelo IRPrestige-21 da Shimadzu), com varredura de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , operando no modo ATR.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A avaliação visual dos bioplásticos (Figura 1) desvendou características singulares que têm implicações estéticas de grande relevância. Na sua forma natural resultou em partículas com dispersão menos uniforme dentro da matriz polimérica. Essa característica originou

discrepâncias visuais, diminuindo a homogeneidade de cor e textura na superfície do material. Na forma organofilizada, é possível observar uma dispersão equitativa das partículas, culminando em uma superfície de maior uniformidade. Esta homogeneidade contribui para a manutenção da cor primária e da transparência inerente à matriz. Em ambos os casos é perceptível a alteração provocada pelo acréscimo na concentração de argila, que se manifesta em uma coloração mais intensa, um reflexo direto da cor característica da argila.

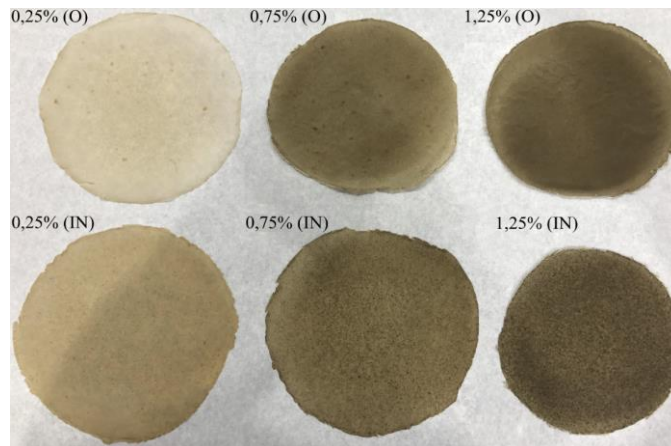


Figura 1 – Bioplásticos: Bentonita Organofilizada (O), In Natura (IN).

Nos bioplásticos com argila organofilizada e in natura (Figuras 2a e 2b respectivamente), observa-se um comportamento semelhante e coerente nas duas condições da argila. As absorções em torno de  $3855\text{ cm}^{-1}$  indicam possíveis ligações de hidrogênio entre os grupos OH presentes no AMCB, alginato e/ou bentonita. Além disso, as absorções em torno de  $2351\text{ cm}^{-1}$  sugerem interações entre AMCB e grupos CO na bentonita e/ou alginato. As absorções em  $2119$  e  $2148\text{ cm}^{-1}$  sugere interações iônicas com grupos COO- presentes no alginato, outra absorção em  $1888\text{ cm}^{-1}$  indica possíveis interações entre AMCB e bentonita por meio de ligações Si-O ou Si-O-Al (16), contribuindo para a estabilidade dos bioplásticos, como avaliado individualmente para cada componente da matriz polimérica.

A detecção da banda em  $1512\text{ cm}^{-1}$  sugere a presença de vibrações de flexão das ligações N-H, o que indica a possível presença de grupos amida em algum dos componentes do bioplástico, tal como nas proteínas presentes no amido ou no alginato de sódio (17). Essas diversas interações, incluindo aquelas de natureza eletrostática e ligações de hidrogênio, colaboram para a formação de uma estrutura organizada e resistente. A presença de grupos hidroxila favorece a formação de ligações de hidrogênio, enquanto a interação com grupos COO- facilita o desenvolvimento de uma matriz gelatinosa (9)(18). Dessa forma, a combinação entre AMCB, alginato de sódio e a bentonita cálcica in natura e organofilizada, culminou em um bioplástico altamente coeso, estável e robusto, mostrando potencial para a produção de materiais biodegradáveis de qualidade.



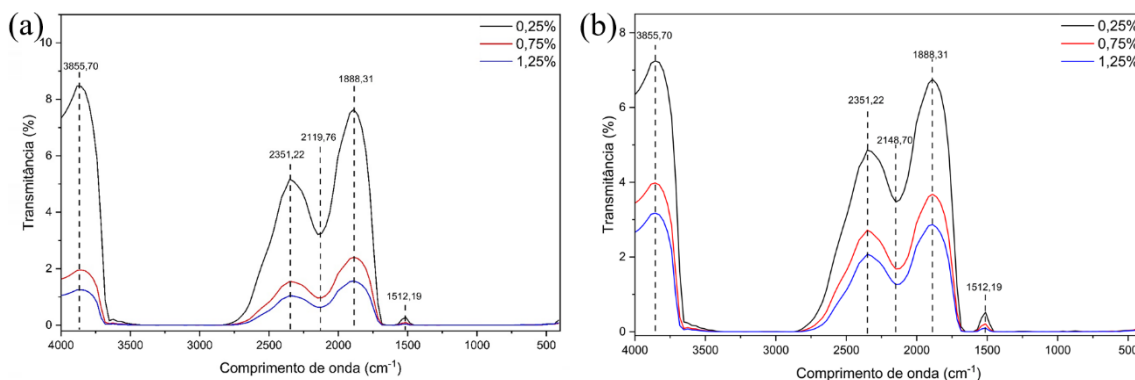


Figura 2 – FTIR dos Bioplásticos: (a) Organofilizados, (b) In Natura.

A Tabela 1 exibe a caracterização dos bioplásticos compostos por AMCB, alginato de sódio e diferentes proporções de bentonita cálcica in natura e organofilizada. As argilas bentonitas são estruturadas por unidades tetraédricas e octaédricas, com íons de sódio ( $\text{Na}^+$ ) ou cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) comumente intercalados entre elas. Contudo, a presença desses íons metálicos pode restringir as aplicações da argila, sobretudo quando se busca ajustar as interações da argila com moléculas orgânicas e água (19)(20).

Para contornar essas restrições, foi empregada a técnica de organofilização, que consiste na substituição seletiva do íon cálcio nas lamelas da argila por íons orgânicos derivados do tensoativo catiônico (CTAB). Esses íons orgânicos possuem uma estrutura distinta, composta por uma porção hidrofóbica (que repele água) e uma porção hidrofílica (que interage com a água). A inserção desses íons entre as lamelas da argila resultou na expansão da estrutura laminar, gerando compartimentos interlamelares (21)(22).

A porção hidrofóbica dos íons se infiltra nas lamelas da argila, enquanto a porção hidrofílica se posiciona na periferia. Essa reestruturação molecular, oriunda do processo de organofilização, conferiu à argila uma natureza adaptada à repulsão à água. Isso culminou em uma diminuição na afinidade da argila pela água, reduzindo assim a sua capacidade de absorver umidade. Essa transformação é claramente evidenciada na Tabela 1 para a argila organofilizada, cujos valores são 14,47%, 16,74% e 18,40%.

Isso contrasta com a argila in natura, cujos íons metálicos conferem maior afinidade pela água devido à sua natureza higroscópica e variações na porosidade. Os valores de 16,35%, 18,20% e 23,59% corroboram essa discrepância, alinhada com a tendência dos constituintes do bioplástico em interagir com as moléculas de água em função das suas características químicas.

Os impactos da organofilização na solubilidade dos bioplásticos seguem um padrão similar ao já descrito para a absorção de umidade. Enquanto as argilas em seu estado natural intensificam a solubilidade dos bioplásticos com o aumento da concentração, as argilas organofilizadas exibem uma solubilidade reduzida. Esse fenômeno é um efeito direto da organofilização, que diminui a interação entre as partículas da argila e a água. A porção hidrofóbica atenua a afinidade da argila pela água, conferindo aos bioplásticos uma resistência aumentada à dissolução em meio aquoso (23).

Tabela 1 – Conteúdo de umidade ( $\omega$ ), solubilidade em água (S), espessura ( $\delta$ ), permeabilidade ao vapor de água (PVA), tensão de ruptura ( $\sigma$ ), elongação (e) e módulo de Young (E).

Propriedades	Bentonita In Natura		
	0,25%	0,75%	1,25%
$\omega$ (%)	16,350±0,002	18,200±0,002	23,590±0,006
S (%)	24,240±0,136	37,430±0,233	43,240±0,472
$\delta$ (mm)	0,145±0,002	0,165±0,001	0,205±0,001
PVA*	5,329±0,069	6,858±0,079	8,421±0,058
$\varepsilon$ (%)	2,426±0,069	1,824±0,055	1,444±0,040
$\sigma$ (MPa)	1,182±0,075	1,255±0,096	1,684±0,031
E (MPa)	48,659±2,369	56,907±1,703	109,551±1,506
Propriedades	Bentonita Organofilizada		
	0,25%	0,75%	1,25%
$\omega$ (%)	14,472±0,001	16,748±0,001	18,406±0,001
S (%)	19,343±0,216	23,376±0,235	28,552±0,177
$\delta$ (mm)	0,155±0,001	0,176±0,002	0,205±0,001
PVA*	5,357±0,043	7,624±0,021	8,407±0,062
e (%)	2,904±0,017	2,418±0,107	1,800±0,010
$\sigma$ (MPa)	1,757±0,07	1,990±0,014	2,304±0,015
E (MPa)	69,927±2,465	89,932±2,389	105,882±1,82

\*[(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)]

Para a argila in natura, esse fenômeno pode ser explicado pela ausência de forças atrativas consideráveis entre as moléculas presentes na bentonita, o que resulta em uma absorção mais intensa de água. Isso culmina em bioplásticos com maior umidade e solubilidade (24).

É importante destacar que estudos anteriores documentaram que bioplásticos compostos por alginato e reticulado com cálcio tendem a exibir níveis altos de umidade e solubilidade próximos a 100% (25). No entanto, a incorporação de AMCB e da argila resultou em uma redução dessas propriedades. Esse efeito sugere que esses componentes conferem à matriz polimérica uma estrutura estabilizadora, influenciando assim as propriedades hidrofílicas.

Os valores de PVA nos bioplásticos são afetados pela concentração da argila, tanto in natura quanto organofilizada. Em ambas as condições das bentonitas, nota-se um incremento nos valores de permeabilidade à medida que a concentração da argila se eleva, exibindo valores ascendentes de 5,32, 6,85 e 8,42 [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)] para a cálcica in natura. Esse acréscimo acompanha o aumento na espessura dos bioplásticos, proveniente da incorporação da argila. Esses resultados contrariam as premissas iniciais de que a presença da argila resultaria em uma diminuição na permeabilidade. A interação eletrostática ténue entre a matriz polimérica e a argila desencadeia uma maior porosidade e a formação de cavidades na estrutura do material (24). Essas cavidades, ao ampliar os espaços vazios disponíveis, facilitam a movimentação do vapor de água pelo material (26). Essa característica se torna mais evidente à medida que a espessura dos bioplásticos se amplia (11).

No caso da organofilizada, também se observa um incremento na permeabilidade à medida que a concentração se eleva, com valores ascendentes de 5,35, 7,62 e 8,40. Esse comportamento é resultado da interação entre dois fatores: a modificação organofílica e a

densidade das partículas de argila. A modificação organofílica, concebida para atenuar a afinidade da argila pela água, revela-se um agente determinante nesse efeito observado. A introdução dos íons orgânicos entre as lamelas da argila altera a natureza da superfície, tornando-a mais resistente à água (27)(28). Como resultado, espera-se intuitivamente uma diminuição na PVA, uma vez que menos umidade deveria ser capaz de atravessar o material.

No entanto, a concentração mais elevada de partículas influencia a densidade do material. Isso, por sua vez, tem um efeito adicional sobre a permeabilidade. Embora as propriedades hidrofóbicas provenientes da modificação organofílica desempenhem o papel de reduzir a entrada de umidade, o aumento da densidade das partículas de argila cria mais trajetórias e canais através dos quais o vapor de água pode se mover mais livremente (29).

Em relação às propriedades mecânicas, a adição da bentonita in natura e organofilizada nos bioplásticos demonstrou um impacto substancial e linear no aprimoramento das características de tensão e elasticidade. A tensão de ruptura ( $\sigma$ ) e o módulo de Young (E) foram significativamente influenciados, enquanto ocorreu uma diminuição simultânea na elongação. Na condição in natura, a  $\sigma$  exibiu um crescimento linear à medida que a concentração de argila foi incrementada. Esse comportamento é um indicativo direto de um fortalecimento na matriz polimérica, evidenciado pelos valores ascendentes de 1,18 MPa, 1,25 MPa e 1,68 MPa. A observação do aumento na  $\sigma$  pode ser atribuída à presença da bentonita, que atua como um agente de reforço, melhorando a matriz do bioplástico.

Na condição organofilizada, é observado um comportamento análogo com o aumento da concentração, porém mais aprimorado em relação à in natura. Quando a argila organofilizada é incorporada nos bioplásticos, ocorre a formação de uma estrutura que exhibe características reminiscentes de nanocompósitos. Nessa estrutura, as partículas das argilas desempenham o papel de reforços mecânicos tridimensionais (30). Essa integração culmina em um incremento das propriedades de resistência à tração, rigidez e dureza dos bioplásticos, conferindo-lhes uma capacidade adicional de resistir a deformações e rupturas.

Além de avançar nas propriedades mecânicas com uma natureza predominantemente rígida, a organofilização da argila também pode significativamente aprimorar a tenacidade dos bioplásticos. Esse fenômeno indica que o material adquire a habilidade de absorver uma magnitude superior de energia antes de entrar em processo de fratura, resultando em uma amplificada capacidade de absorção de impactos (31). Logo, a combinação da argila organofilizada com os componentes biológicos dos bioplásticos não apenas intensifica as propriedades estruturais, mas também impulsiona a capacidade de enfrentar situações de estresse mecânico, ao mesmo tempo em que agrega um nível superior de versatilidade e eficácia às aplicações do material composto.

O Módulo de Young (E), que mensura a rigidez de um material, aumenta concomitantemente com o aumento na tensão de ruptura tanto para a argila in natura quanto para a organofilizada. Esse comportamento reforça a constatação de maior resistência e rigidez no bioplástico após a incorporação das argilas (32). Essa tendência destaca a influência positiva da argila na melhoria das propriedades mecânicas. No entanto, é válido observar que a diminuição na elongação dos materiais indica uma limitação na capacidade de deformação antes da ruptura (30). Esse fenômeno resulta do aumento da rigidez

proporcionada pela argila, o que, por sua vez, implica em menor flexibilidade do bioplástico (33).

Destaca-se a influência positiva exercida pelo glicerol, utilizado como plastificante, e pelo agente reticulante à base de cloreto de cálcio, uma vez que ambos demonstraram uma interação com as matrizes poliméricas. Essa interação desempenhou um papel determinante nas alterações morfológicas, físicas e mecânicas observadas no sistema polimérico. O glicerol, devido à sua natureza hidroxílica e afinidade por água, facilitou a incorporação homogênea na matriz polimérica e induziu o efeito plastificante, conferindo maior flexibilidade e deformabilidade ao material. Por outro lado, o agente reticulante atuou como catalisador para a formação de ligações cruzadas entre as cadeias poliméricas, resultando em um aumento na resistência, rigidez e estabilidade térmica do material.

Portanto, a combinação da argila in natura e organofilizada, e agentes moduladores resultou em bioplásticos com propriedades aprimoradas, tanto em termos de interações com água e solubilidade quanto em propriedades mecânicas. Essas melhorias tornam os bioplásticos mais adaptados às necessidades específicas de aplicação, destacando a importância das modificações estruturais para otimizar as características do material.

## CONCLUSÕES

Neste estudo sobre bioplásticos de amido e alginato reforçados com argila bentonita in natura e organofilizada, foi revelado uma compreensão das características estruturais e mecânicas desses materiais. A organofilização surgiu como um passo essencial para melhorar a dispersão das partículas e a estabilidade dos bioplásticos. A análise das propriedades de absorção de umidade e solubilidade revelou que a matriz polimérica modificada influencia diretamente a afinidade do material pela água. Além disso, a incorporação das argilas resultou em bioplásticos mais resistentes e rígidos. Portanto, esta pesquisa representa um avanço significativo na investigação de materiais eficientes e sustentáveis, estabelecendo bases sólidas para aplicações práticas em diversos setores, contribuindo para a promoção da sustentabilidade e a abertura de novas oportunidades econômicas.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMA (Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão); À Central Analítica de Química da UFMA; Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa; À Aligra Indústria e Comércio de Argila Ltda pelo fornecimento da argila.

## REFERÊNCIAS

1. Rahman S, Gogoi J, Dubey S, Chowdhury D. Animal derived biopolymers for food packaging applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024;255:128197.
2. Yang J, Xu S, Chee C, Ching KY, Wei Y, Wang R, Al-Hada NM, Hock CC.

- Influence of starch silylation on the structures and properties of starch/epoxidized soybean oil-based bioplastics. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024;258:129037.
3. Christina K, Subbiah K, Arulraj P, Krishnan SK, Sathishkumar P. A sustainable and eco-friendly approach for environmental and energy management using biopolymers chitosan, lignin and cellulose — A review. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024;257:128550.
  4. Pinheiro MMG, Boylan F, Fernandes PD. Antinociceptive effect of the *Orbignya speciosa* Mart. (Babassu) leaves: Evidence for the involvement of apigenin. *Life Sciences*. 2012;91(9–10):293–300.
  5. Kesari P, Udayabhanu G, Roy A, pal ARS. Biopolymer sodium alginate based titania and magnetite nanocomposites as natural corrosion inhibitors for mild steel in acidic medium. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2023;122:303–325.
  6. Yang N, Zou F, Tao H, Guo L, Cui B, Fang Y, Lu L, Wu Z, Yuan C, Zhao M, Liu P, Dong D, Gao W. Effects of primary, secondary and tertiary structures on functional properties of thermoplastic starch biopolymer blend films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 2023;236:124006.
  7. da Silva DC, Lopes IA, da Silva LJS, Lima MF, Barros Filho AKD, Villa-Vélez HA, Santana AA. Physical properties of films based on pectin and babassu coconut mesocarp. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019;130:419–428.
  8. Bangar SP, Ilyas RA, Chowdhury A, Navaf M, Sunooj KV, Siroha AK. Bentonite clay as a nanofiller for food packaging applications. *Trends in Food Science & Technology*. 2023;142:104242.
  9. Araruna, FOS, Araruna, FB, Pereira LPLA, Brito MCA, Gomes PDB, Santos DCP, Firmo W da CA, Rocha AA, Rodrigues KA da F, Santana AA, Nunes LCC, Coutinho DF. Desenvolvimento e caracterização de filmes curativos à base de mesocarpo de *Attalea speciosa* Mart. ex Spreng e extrato glicólico de *Aloe vera* (L.) Burm. f. *Research, Society and Development*. 2021;10(2):e30310212520.
  10. Da Silva RP. Estudo De Tensoativos na Organofilização de Argila Bentonítica para uso em Fluido de Perfuração à Base de Óleo. [Mestrado em Ciências e Engenharia de Petróleo]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2016.
  11. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2013;30(4):835–845.
  12. AOAC International. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 2007,17.
  13. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. *European Polymer Journal*. 2001;37(8):1533–1541.

14. ASTM International. ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. 2016.
15. ASTM International. ASTM D882. Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, 2018.
16. He Y, Wu Z, Tu L, Han Y, Zhang G, Li C. Encapsulation and characterization of slow-release microbial fertilizer from the composites of bentonite and alginate. *Applied Clay Science*. 2015;109–110:68–75.
17. Maniglia BC, Tapia-Blácido DR. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. *Food Hydrocolloids*. 2016;55:47–55.
18. Cartagenes WSA. *Confecção e Caracterização de Filmes Biocompósitos de Alginato e Mesocarpo de Coco Babaçu: Estudo do Crosslinking e Fibras do Endocarpo de Ariri*. [Mestrado em Engenharia de Materiais]. São Luís: Instituto Federal do Maranhão; 2023.
19. Dos Santos FR, Bruno HC de O, Melgar LZ. Use of bentonite calcined clay as an adsorbent: equilibrium and thermodynamic study of Rhodamine B adsorption in aqueous solution. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019;26(28):28622–28632.
20. Kumar A, Lingfa P. Sodium bentonite and kaolin clays: Comparative study on their FT-IR, XRF, and XRD. *Materials Today: Proceedings*. 2020;22:737–742.
21. Callegaro R. *Obtenção e Caracterização de Argila Organofílica a Partir de Bentonita Brasileira*. [Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; 2017.
22. Roy R, Mishra AK. Utilization of organoclay amended bentonite for hydraulic barrier applications under adverse electrolyte environment. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2023;11(5):110829.
23. Monteiro MKS, Oliveira VRL, Santos FKG, Barros Neto EL, Leite RHL, Aroucha EMM, Silva RR, Silva KNO. Incorporation of bentonite clay in cassava starch films for the reduction of water vapor permeability. *Food Research International*. 2018;105:637–644.
24. Tan B, Thomas NL. A review of the water barrier properties of polymer/clay and polymer/graphene nanocomposites. *Journal of Membrane Science*. 2016;514: 595–612.
25. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. *Journal of Applied Polymer Science*. 2019;136;48:48263.



26. Do Evangelho JA, Da Silva GD, Biduski B, El Halal SLM, Kringel DH, Gularte MA, Fiorentini AM, Da Rosa EZ. Antibacterial activity, optical, mechanical, and barrier properties of corn starch films containing orange essential oil. *Carbohydrate Polymers*. 2019;222:114981.
27. Barbosa R, Morais DDS, Araújo EM, Mélo TJA. Caracterizações de argilas bentoníticas e síntese de argilas organofílicas para uso em nanocompósitos poliméricos: parte II. *Cerâmica*. 2012;58(348):495–499.
28. Eepakakorn A, Ogawa M. Interactions of layered clay minerals with water-soluble polymers; structural design and functions. *Applied Clay Science*. 2022;222: 106487.
29. Medeiros KM, Medeiros NV, Morais DDS, Kojuch LR, Araújo EM, Lira HL. Analysis of the Efficiency of Surface Treatment of Bentonite Clay for Application in Polymeric Membranes. *Materials Science Forum*. 2014;775–776:493–497.
30. Xie F, Avérous L, Halley PJ, Liu P. Mechanical performance of starch-based biocomposites. *Biocomposites*. Elsevier. 2015;53–92.
31. Naidu DS, John MJ. Effect of Clay Nanofillers on the Mechanical and Water Vapor Permeability Properties of Xylan–Alginate Films. *Polymers*. 2020;12;10:2279.
32. Taroszczyk H, Gottfried K, Pańczyk EM, Kolodziejska I. Clay-filled starch films. Part I: Effect of clay kind and glycerol concentration on functional properties of composites. *Starch*. 2017;69(1–2):1500325.
33. Shanmathy M, Mohanta M, Thirugnanam A. Development of biodegradable bioplastic films from Taro starch reinforced with bentonite. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021;2:100173.

## ESTUDO DA DEGRADAÇÃO *IN VITRO* DE POLÍMEROS A BASE DE PBAT PROCESSADOS POR IMPRESSÃO 3D E MOLDAGEM POR INJEÇÃO PARA APLICAÇÃO COMO SCAFFOLD

Bruno da Costa Oliveira<sup>1</sup>; Leonardo Numair Ceratti<sup>2</sup>; Luis Alberto Loureiro dos Santos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudante de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais - PPGE3M – UFRGS.

<sup>2</sup>Estudante de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Materiais - PPGE3M – UFRGS.

<sup>3</sup>Docente/pesquisador do Depto de Engenharia de Materiais – PPGE3M – UFRGS.

**Introdução:** o crescente avanço na área de engenharia de tecidos torna necessário o estudo e o desenvolvimento de novos materiais para aplicação como suporte tridimensional para o crescimento do tecido (scaffold). Neste contexto, o conhecimento das propriedades mecânicas e da taxa de degradação dos materiais é de suma importância, pois são fatores determinantes na aplicação como scaffold. **Objetivo:** este trabalho teve como objetivo comparar as propriedades mecânicas do poli(butileno adipato co-tereftalato) (PBAT) e sua blenda com o poli(ácido láctico) (PLA) obtidos por moldagem por injeção e impressão 3D antes e após degradação *in vitro*. **Métodos:** as peças injetadas foram produzidas em uma injetora Haake MiniJet II. Previamente à obtenção do corpo de prova via impressora 3D de filamentos, produziu-se os fios a partir de cada amostra com a finalidade de se utilizar na impressão. Foram avaliadas as variações nas propriedades mecânicas, perda de massa e alterações na morfologia da superfície de amostras obtidas por impressão 3D e moldagem por injeção ao longo de 60 dias de imersão em solução de Ringer. **Resultados:** as amostras de PBAT, impressas e injetadas, apresentaram elevado alongamento na ruptura e baixo módulo elástico em comparação com a blenda PBAT/PLA. As peças produzidas por impressão 3D foram mais afetadas pelo período de degradação, apresentando maiores reduções nas propriedades mecânicas. Todas as amostras apresentaram perda de massa de aproximadamente 0,7% ao final dos 60 dias. **Conclusão:** foi possível a obtenção dos fios de PBAT para aplicação como matéria-prima para impressão 3D por FDM. Os fios de PBAT/PLA, apesar de serem extrudados com êxito no diâmetro definido, apresentaram excessiva fragilidade, não permitindo a impressão de peças da blenda. Ficou evidenciada a influência da temperatura do molde de injeção e da bandeja, no caso da impressão 3D, na cristalinidade e propriedades mecânicas das amostras. As peças processadas em temperaturas mais baixas apresentaram maior fração amorfa.

**Palavras-chave:** engenharia de tecidos; scaffold, biopolímeros, impressão 3D.

## OTIMIZAÇÃO DA SÍNTESE DE HIDROGÉIS DE GOMA ARÁBICA PARA ENCAPSULAMENTO DE *Azospirillum sp.*

*Nicolly de Simas; Eduarda Guerlinguer; Rafael Mazer Etto; Ernandes Taveira Tenório Neto; Michele Karoline Lima Tenório & Carolina Weigert Galvão*

**Resumo:** O crescimento agrícola tem aumentado a dependência de fertilizantes e água, potencialmente prejudicando o solo e elevando os custos de produção. Uma alternativa promissora e sustentável para esses problemas é a utilização de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), as quais possuem a capacidade de fixar nitrogênio, produzir fitormônios, solubilizar fosfato e atuar como agente de controle biológico de patógenos. Diante disso, este projeto teve como objetivo a síntese e a caracterização de hidrogéis à base de goma arábica modificada, na granulação inteira e particulada, contendo as BPCV *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e HM053) e *A. argentinensis* Az39 visando estudar a sobrevivência desses diazotrofos na matriz polimérica. Ensaio de viabilidade bacteriana após o encapsulamento de *Azospirillum* ao hidrogel, realizados periodicamente com os hidrogéis estocados secos, indicaram que as BPCV permanecem viáveis por 60 dias. As estirpes Ab-V5 e Az39 apresentaram os melhores resultados com relação a viabilidade bacteriana, variando entre  $10^8$  e  $10^9$  CFU/g de hidrogel particulado e inteiro. Este resultado, indica que o hidrogel de goma arábica modificada é um excelente suporte para o encapsulamento e proteção das bactérias. Isso indica que esse hidrogel será capaz de potencializar o efeito do *Azospirillum* na promoção do crescimento vegetal.

**Palavras-chave:** bactérias promotoras do crescimento vegetal; polímeros de polissacarídeo; viabilidade bacteriana

**Abstract:** Agricultural growth has increased dependence on fertilizers and water, potentially damaging the soil and raising production costs. A promising and sustainable alternative to these problems is the use of plant growth-promoting bacteria (PGPB), which have the ability to fix nitrogen, produce phytohormones, solubilize phosphate and act as biological control agents for pathogens. In view of this, the aim of this project was to synthesize and characterize hydrogels based on modified gum arabic, in whole and particulate granulation, containing the BPCV *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 and HM053) and *A. argentinensis* Az39 in order to study the survival of these diazotrophs in the polymeric matrix. Bacterial viability tests after encapsulation of *Azospirillum* in the hydrogel, carried out periodically with the hydrogels stored dry, indicated that the BPCV remain viable for 60 days. Strains Ab-V5 and Az39 showed the best results in terms of bacterial viability, varying between  $10^8$  and  $10^9$  CFU/g of particulate and whole hydrogel. This result indicates that the modified gum arabic hydrogel is an excellent support for encapsulating and protecting bacteria. This indicates that this hydrogel will be able to potentiate the effect of *Azospirillum* in promoting plant growth.

**Key Word:** plant growth promoting bacteria; polysaccharide polymers; bacterial viability

## INTRODUÇÃO

O agronegócio nacional tem destaque como um dos principais setores da economia, ajudando o país com os excedentes de exportação, no equilíbrio da balança comercial. Hoje o Brasil é referência mundial no setor da agricultura comercial, sendo o país com maiores índices de safras por ano. Contudo, o desenvolvimento agrícola resultou o aumento na dependência do uso de fertilizantes e no consumo excessivo de água, o que pode causar degradação do solo, perda de nutrientes e intensificação do uso dos recursos hídricos, elevando o custo de produção (1). Por este motivo, a necessidade de aperfeiçoar o plantio empregando técnicas alternativas para obter melhoria da produção e redução aos custos tem chamado a atenção dos diferentes campos da pesquisa.

É neste contexto que se encontra os polímeros naturais, em especial, os polissacarídeos. Por ser biodegradável, abundantes na natureza e altamente versátil, esses polímeros têm sido empregados nas mais diversas áreas tecnológicas, tais como, a medicina, a engenharia e no setor agrícola. Tais polímeros são reconhecidos pelo ambiente biológico, o que facilita sua assimilação por vias de degradação metabólica (2,3,4). Sendo assim, os polissacarídeos que tem atraído amplo interesse nas últimas décadas são utilizados em sínteses de hidrogéis para a liberação controlada de insumos agrícolas (5).

Na área agrícola, os hidrogéis têm sido utilizados como mini reservatórios de água liberando-a para a raiz por diferença de pressão osmótica. Como resultado, há grande melhoria na capacidade de absorção de água dos solos, principalmente em regiões áridas e semiáridas, podendo assegurar a capacidade do plantio dos agricultores. Aliás, esses materiais poliméricos também podem ser empregados como carreadores tanto de fertilizantes quanto de substâncias que auxiliam na promoção do crescimento vegetal. Outra estratégia utilizada para o crescimento das plantas e incremento da produção agrícola de forma sustentável é a inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal (6,7,8).

As bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) são procariotos capazes de colonizar o solo e plantas, provendo benefícios aos seus hospedeiros através de mecanismos como: fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios, solubilização de nutrientes e proteção contra patógenos (9). A fixação biológica do N pode ser catalisada por bactérias diazotróficas, através da expressão de um conjunto de genes *nif* (“nitrogen fixation”), os quais codificam proteínas essenciais para a biossíntese do complexo nitrogenase (10), enzima que catalisa a redução biológica de  $N_2$  a  $NH_3$  (11).

*Azospirillum brasilense* é uma das BPCV mais usadas na formulação de inoculantes (12) não só pela sua capacidade de fixar de N, mas também por produzir fitormônios, que contribuem para um melhor desenvolvimento radicular e absorção de água e nutrientes (13). De modo geral, as formas de inoculação de *Azospirillum* são no solo, sobre a raiz ou superfície das sementes. A inoculação é prejudicada pela manipulação inadequada, o que acarreta um declínio drástico da população de bactérias (14).

A princípio, a espécie *A. brasilense* foi caracterizada como rizosférica e epifítica (15). No entanto, posteriormente, foram identificadas estirpes endofíticas (16,17,18). Na América do Sul, as estirpes Ab-V5 de *A. brasilense* e Az39, atualmente reclassificada taxonomicamente como *A. argentinense* (19), são as mais comuns em termo de área de inoculação (20) e número de produtos inoculantes (21), respectivamente.

Além das cepas utilizadas em produtos comerciais de inoculação, a literatura científica descreve várias outras cepas de *A. brasilense* que demonstram ação promotora do crescimento de plantas. Dentro da ampla variedade de linhagens de *A. brasilense*, a cepa HM053, que surgiu como um mutante espontâneo da cepa FP2 (22), merece destaque devido

à sua capacidade de excretar amônia de forma contínua. A estirpe HM053 carrega uma mutação pontual (citosina para timina na posição 1040) no gene *glnA*, responsável pela codificação da enzima glutamina sintetase (GlnA). Essa enzima desempenha um papel fundamental na principal via de assimilação de nitrogênio, catalisando a síntese de glutamina a partir de glutamato e amônia. A mutação nesse único nucleotídeo resulta em uma GlnA com atividade reduzida, afetando a regulação da fixação biológica de nitrogênio (FBN), levando a uma atividade constitutiva de FBN (22,23).

Para que obtenha os resultados esperados da inoculação, é de extrema importância que o inoculante esteja armazenado em condições adequadas de temperatura e umidade. Além do mais, as bactérias também precisam estar em suas condições ideais para sobreviver às mais variadas condições do solo, e ainda competir pela sua sobrevivência com outras bactérias (24). Baseado no exposto acima, o presente projeto tem como objetivo a preparação de hidrogéis à base de goma arábica modificada, em diferentes granulações para avaliar a capacidade de encapsulamento e a sobrevivência do *Azospirillum brasilense*, a fim de obter materiais mais eficientes e baratos para fornecer uma agricultura sustentável.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Biologia Molecular Microbiana (LABMOM) e Laboratório de Pesquisa em Materiais Poliméricos Multifuncionais (LMPM) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

**Materiais:** Goma arábica em pó pura (GA) da Dinâmica, Persulfato de Sódio (99%) e Metacrilato de Glicidila (GMA) (99%), N,N dimetilacrilamida (DMAAm) (99%), Acrilato de Sódio sintetizado a partir de Ácido acrílico (AAc) (99%) todos da Sigma-Aldrich neutralizado com NaOH da Dinâmica, metanol LiChrosolv®, Reag. Ph. Eur. (>99,9%) (Merck).

**Modificação da goma arábica (GA):** Dez gramas de goma arábica foram dissolvidos em 200 mL de água destilada, em seguida, a solução foi aquecida a 60°C, e então se ajustou o pH da mesma para 3,5 com a adição de HCl 0,1 M. Posteriormente, adicionou-se 3 mL de GMA na solução, mantendo-a sob agitação e aquecimento constante por 24 horas. Ao final da reação, a goma arábica modificada (GA-GMA) foi precipitada em metanol, filtrado à vácuo e seco em dessecador.

**Síntese dos hidrogéis:** Em cada tubo foram adicionados 149,6 µL da solução de GA-GMA em concentração de 69,25 g/L, 10,4 µL de DMAAm, 20 µL da solução de acrilato de sódio (500 g/L). Logo após, a solução foi pré-aquecida até 60°C, e assim se adicionou 20 µL de PSNa em concentração de 30 g/L, e a mistura foi agitada e mantida em constante aquecimento até se observar a gelificação do hidrogel. Os hidrogéis foram submetidos à diálise com água destilada durante o período de três dias. Logo após, os hidrogéis foram transferidos para placas de Petri e mantidos em estufa a 40°C até a secagem dos mesmos. Os hidrogéis foram esterilizados por autoclavagem (121°C, 1 atm) durante 20 minutos, e assim novamente armazenados em estufa a 40°C por 24 horas. Por último, para se obter a granulação particulada dos hidrogéis foi realizado a trituração de forma unitária em ambiente estéril.



**Determinação do grau de intumescimento (GI):** Os hidrogéis (secos e autoclavados) foram pesados e transferidos para um Becker contendo meio de cultura líquido e mantido sob agitação constante em 180 rpm a 30°C. Após a sua imersão, em intervalos de tempo específicos, o hidrogel foi retirado do meio, sua superfície foi seca e sua massa foi determinada. Após a aferição, o hidrogel foi então devolvido para o meio de cultura para uma posterior medida até não haver mais alteração significativa na massa do material. O grau de intumescimento (GI) foi calculado a partir da relação da massa inicial ( $M_0$ ) e a massa do hidrogel intumescido no tempo  $t$  ( $M_t$ ), conforme a Equação 1 (25).

$$GI = \frac{M_t - M_0}{M_0} \quad (1)$$

**Curva de crescimento de *Azospirillum brasilense*:** Colônias isoladas das estirpes Ab-V5, HM053 e Az39 de *Azospirillum brasilense* obtidas em meio vermelho congo-RC (26) foram recuperadas a partir do estoque da coleção de microrganismos do Laboratório de Biologia Molecular Microbiana (LABMOM). Estas colônias foram inoculadas em NFbHPN (22), o qual contém 2mL de NFb-lactato, 100  $\mu$ L de mistura de fosfatos ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 4,0  $\text{g/L}^{-1}$  e  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 6,0  $\text{g/L}^{-1}$ ) 40  $\mu$ L de cloreto de amônio 1 M e 2  $\mu$ L de biotina 0,1  $\text{mg/L}^{-1}$ . Foram adicionados ao meio para cultivo das estirpes Ab-V5 e HM053 2  $\mu$ L dos antibióticos estreptomicina 80 mg/mL (Sm80) e ácido nalidixico 10 mg/mL (Nal10), enquanto a estirpe Az39 foi cultivada sem antibióticos.

Segundo Romina et al. (27), os efeitos da luz branca e azul são fatores que afetam negativamente o crescimento de *Azospirillum spp.*, desse modo, durante todo o experimento as bactérias foram crescidas na ausência de luz (180 rpm e 30°C) e quando havia necessidade de serem manipuladas, o mínimo de luz necessária para visualização foi empregado. Foram realizados repetidos repiques, a cada 48 h, por transferência de 100  $\mu$ L do meio contendo as bactérias a um novo meio contendo a mesma composição descrita acima, incubado nas mesmas condições de agitação e temperatura, com o objetivo de manter as bactérias ativas.

O pré-inóculo foi preparado da mesma forma descrita acima, com incubação por 16 horas, apresentando D.O.  $_{600}$  = 1,467, 1,410 e 1,491, respectivamente, para as estirpes Ab-V5, HM053 e Az39. Para a preparação do inóculo foi transferido 100  $\mu$ L do pré-inóculo para um novo frasco de 10 mL contendo 2 mL de NFbHPN e incubado a 180 rpm e 30°C por 14 horas. Para a construção da curva de crescimento foram realizadas mensurações da quantidade de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) nos tempos: 0, 3, 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 54, 60, 72, 84, e 96 horas após a inoculação, através da técnica da microgota (28) em meio RC sólido (26). Concomitantemente foi realizada a mensuração da densidade óptica a 600 nm (DO600) em espectrofotômetro.

**Encapsulamento de *A. brasilense* nos hidrogéis:** Para o encapsulamento das bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) aos hidrogéis foi selecionado o cultivo com DO $_{600}$  mais próxima ao equivalente de  $10^8$  CFU/mL para cada estirpe segundo a curva de crescimento obtida conforme descrito acima e verificada a equivalência deste número a partir do método da microgota (28). Hidrogéis com granulações inteiras e particuladas de massa 0,01543g foram adicionados em frascos de 10 mL com 300  $\mu$ L de inóculo. Em seguida, os frascos foram mantidos sob agitação a 180 rpm em 30°C até a absorção completa do inóculo durante 3 horas. Por fim, os hidrogéis foram armazenados a 30°C, sem agitação pelo período de 3 dias para que atingissem a secagem completa.



**Contagem do *Azospirillum brasilense* viável após encapsulamento:** Com a finalidade de monitorar a sobrevivência das estirpes Ab-V5, Hm053 e Az39 de *Azospirillum brasilense* durante o período de armazenamento, os hidrogéis inteiros e particulados, e encapsulados com as estirpes citadas, foram imersos em 2 mL de solução salina estéril 0,85%, triturados e foram mantidas a 30°C por 2 horas, em agitação orbital a 180 rpm. Após o processo de hidratação, as amostras passaram pelo processo de diluição seriada e microgota (28) em meio RC sólido. Em seguida, as placas foram acondicionadas em estufa bacteriológica por dois dias.

A diluição escolhida para contagem foi aquela que apresentou 3 a 30 colônias por gota de 10 µL conforme descrito por Nagilhi (28), que ressalta ainda as vantagens da técnica da microgota como empregar menor tempo, menos material e a contagem de colônias ser mais rápida aumentando a produtividade no laboratório.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Reação de modificação da goma arábica com GMA:** A goma arábica composta por uma estrutura complexa, apresenta unidades de β-D-galactopiranosose ligados em (1→3) e ramificações ligadas (1→6) de unidades L-arabinofuranose, L-ramnopiranosose, β-D-ácido glucorônico e 4-O-metil-glucoronato (Figura 1 (a)-(d)). A modificação da GA constituiu na adição de GMA que reage com os grupos carboxílicos e hidroxila do polímero por meio do mecanismo de abertura do anel epóxido do GMA, em meio ácido, como mostra na Figura 2 (29).

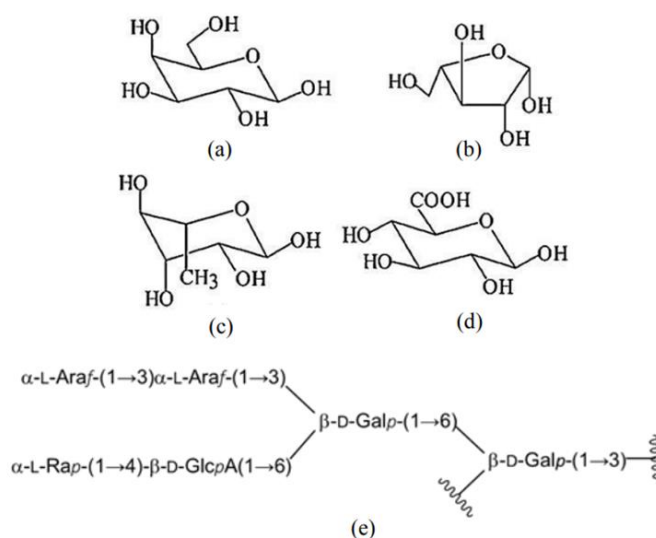


Figura 1 - Unidades formadoras da goma arábica (a) β-D-galactopiranosose (β-D-Galp); (b) α-L-arabinofuranose (α-L-Araf); (c) α-L-ramnopiranosose (α-L-Rap); (d) β-D-ácido glucorônico (β-D-GlcpA); e (e) unidade repetitiva da goma arábica.

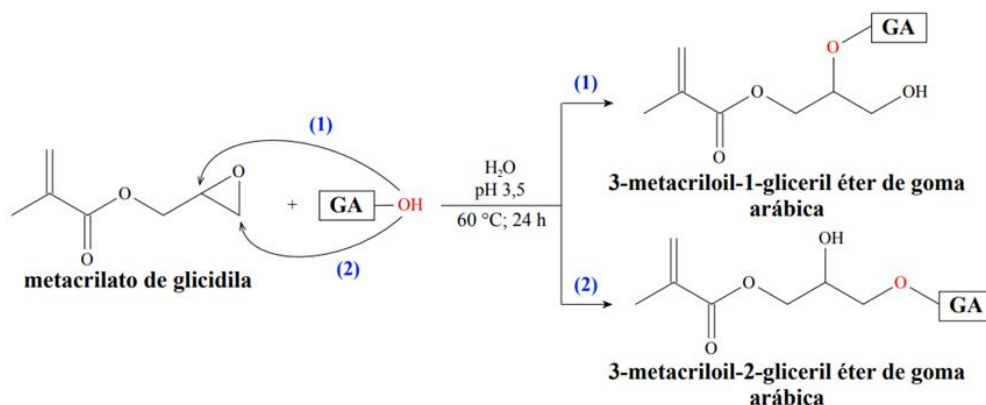


Figura 2 - Esquema da reação de goma arábica com GMA em solução aquosa de pH 3,5 por meio de duas rotas de acoplamento.

**Medidas do grau de intumescimento (GI):** Em 1943, Flory e Rehner (30) desenvolveram a teoria do intumescimento e observaram que o mesmo é basicamente controlado por três forças, sendo: a variação de entropia pela mistura solvente-polímero; a variação de entropia conformacional causada pela redução do número de conformações das cadeias, por consequência dos seus estriamentos; a entalpia de mistura do solvente e o polímero. Dessa forma, o intumescimento de um dado polímero depende do grau de interação entre as moléculas do solvente e do polímero, que pode ser comparado com o parâmetro de interação solvente/polímero.

Na Figura 3 é apresentado o gráfico do grau de intumescimento, onde os valores foram calculados a partir da Equação 1. Para a construção da curva, o hidrogel foi submetido ao meio de cultura líquido de NFB lactato durante o período total de 44 horas, dentro desse período a massa de hidrogel foi avaliada em intervalos de tempo específicos. Pode-se observar que o hidrogel atinge seu equilíbrio em aproximadamente três horas e possui GI máximo de  $10 \text{ g.g}^{-1}$  em 20 horas, também é perceptível que a curva apresenta dois comportamentos distintos, porém característicos de hidrogéis: no início o processo de intumescimento ocorre de maneira mais acelerada, mas o intumescimento passa a ser mais lento em um tempo de imersão próximo ao de atingir o equilíbrio. Em seguida, a massa de meio absorvido pelo hidrogel foi convertida em volume (mL), como mostrado na Figura 4. Assim, este resultado serviu como base para o cálculo de absorção das bactérias, em que o tempo mínimo para absorção deve ser superior ao tempo que os hidrogéis atingem o equilíbrio.

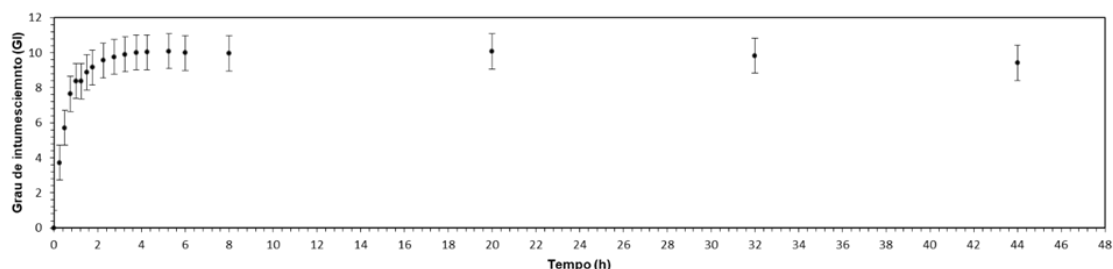


Figura 3 - Gráfico do grau de intumescimento (GI) em relação ao tempo de intumescimento para os hidrogéis de goma arábica.

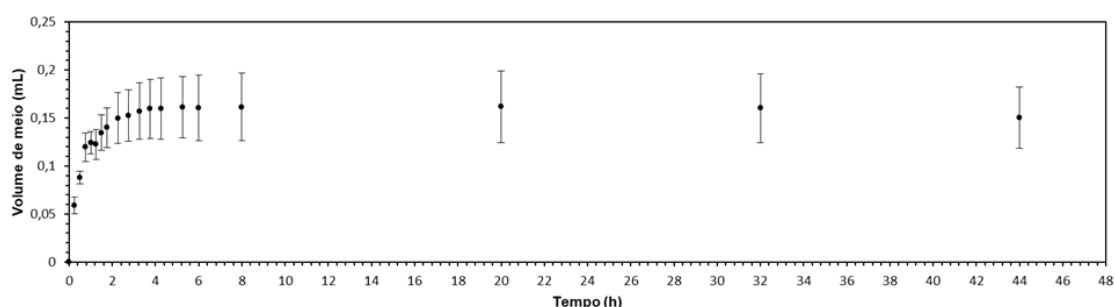


Figura 4 - Gráfico do volume de meio absorvido (mL) em relação ao tempo de intumescimento para os hidrogéis de goma arábica.

**Mecanismo de absorção do hidrogel:** Os hidrogéis tem a capacidade de absorver fluidos de três formas diferentes, sendo: através da difusão Fickiana; por relaxação macromolecular; transporte anômalo. Portanto, o mecanismo mais utilizado para o mecanismo de absorção do hidrogel é o modelo de Kosmeyer e Peppas, que aplica a equação modificada da lei de potência, dada pela Equação 2 (31).

$$\frac{Mt}{Meq} = kt^n \quad (2)$$

A Equação 2 representa os primeiros 60% do perfil de intumescimento que avalia apenas a porção linear. Onde é composta por uma constante ( $k$ ), um expoente difusional ( $n$ ) no tempo determinado ( $t$ ), a massa do equilíbrio ( $Meq$ ) e a massa em um tempo específico ( $Mt$ ) permitindo a avaliação do mecanismo de absorção de fluidos do hidrogel.

Segundo Lima-Tenório et al. (32), a Tabela 1 se refere aos valores do coeficiente difusional ( $n$ ) que caracterizam o mecanismo de transporte em hidrogel de filme fino.

Tabela 1 - Tipos de mecanismos de transportes relacionados ao expoente difusional para hidrogel do tipo filme fino.

<i>Expoente difusional (n)</i>	
<i>Hidrogel de filme fino</i>	<i>Mecanismo de transporte</i>
0,50	Difusão Fickiana
$0,50 < n < 1,00$	Transporte Anômalo
1,00	Relaxação Macromolecular

Os dados contidos na Figura 5 serviram para determinar o parâmetro de  $n$ , e o mesmo apresenta o resultado da regressão linear da Equação 2 para o hidrogel de filme fino. O hidrogel apresentou um mecanismo de transporte anômalo, tal mecanismo está associado à contribuição tanto do relaxação macromolecular quanto da difusão Fickiana.

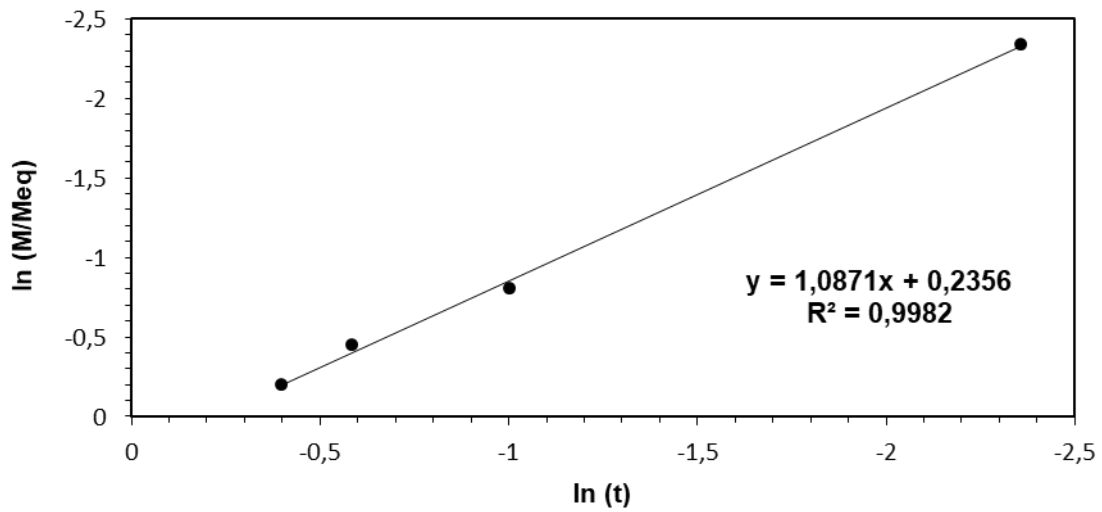
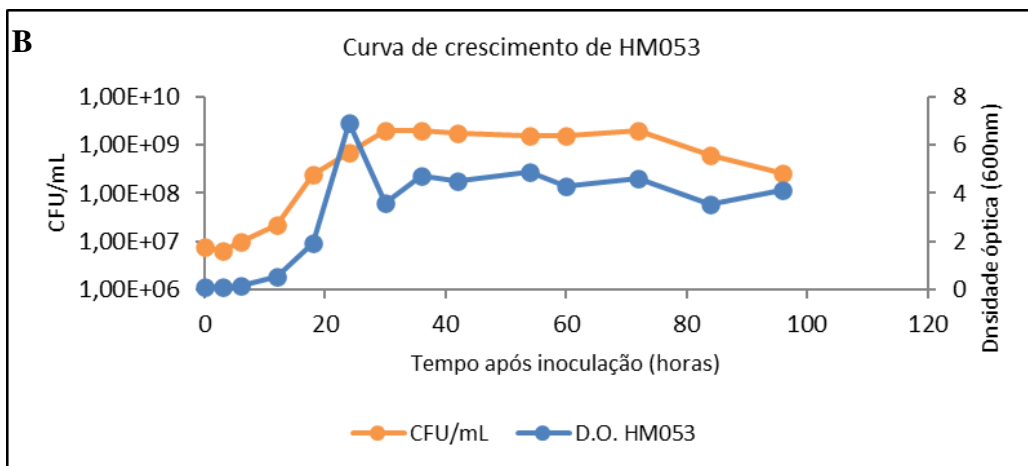
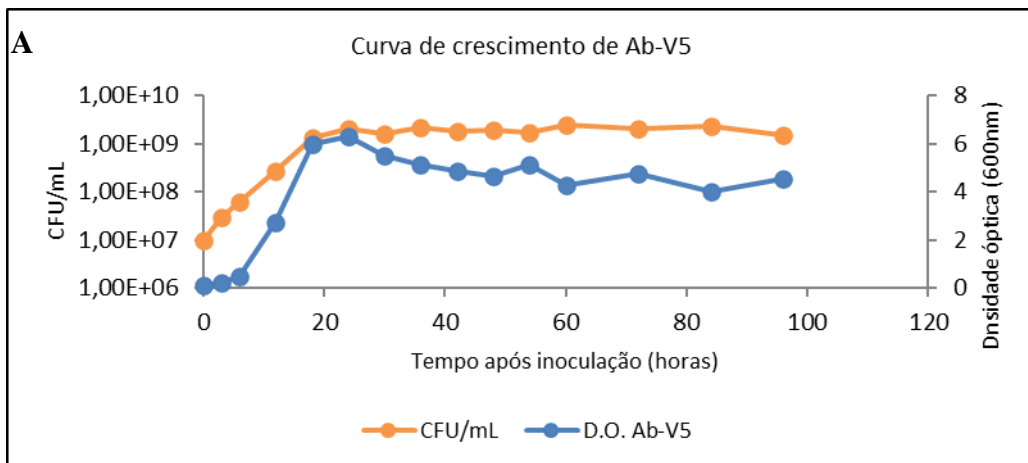


Figura 5 - Gráfico do valor do coeficiente de difusão.

**Curva de crescimento de *A. brasilense*:** As curvas de crescimento das estirpes de *Azospirillum brasilense* estão representadas pela Figura 6.



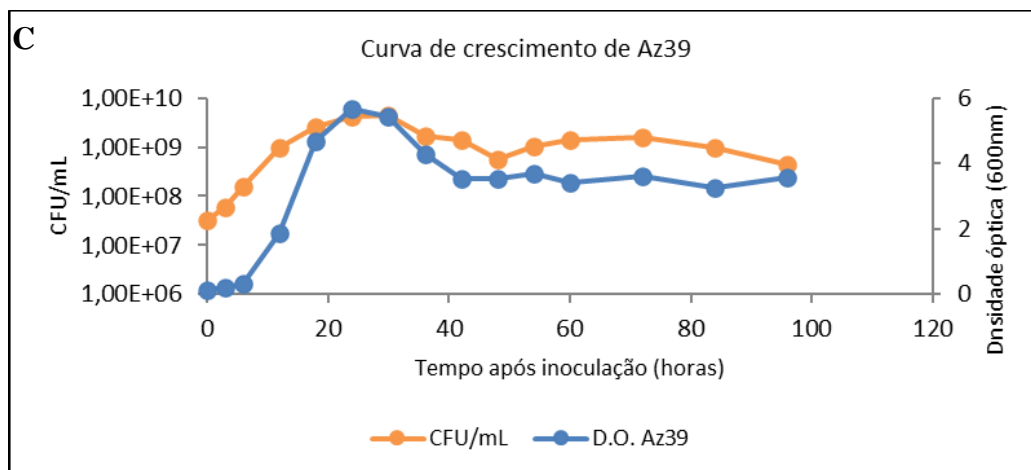


Figura 6 - Curvas dos crescimentos de *Azospirillum brasilense* das estirpes (A) Ab-V5, (B) HM053 e (C) Az39 respectivamente, em meio RC. Com as ordenadas: densidade óptica (D.O.) e CFU/mL.

A fase exponencial (*log*) do crescimento das bactérias pode ser descrita pela Equação 3.

$$N = N_0 \times e^{ke \times t} \quad (3)$$

Em que  $N$  é o número final de bactérias na solução,  $N_0$  é o número de bactérias na solução no início da fase *log*,  $e$  é o número de Euler,  $ke$  é a constante de duplicação e  $t$  é o tempo da análise em relação ao início da fase *log*. Ao longo da fase *log*, ocorre a duplicação do número de células a cada determinado intervalo de tempo ( $T_d$ ), que pode ser descrita pela Equação 4 (33).

$$ke = \frac{\ln 2}{T_d} \quad (4)$$

Deste modo, através das duas equações é possível obter alguns parâmetros que descrevem o crescimento bacteriano durante a fase exponencial.

Tabela 2 - Parâmetros matemáticos obtidos para a fase exponencial do crescimento bacteriano.

<i>Fase exponencial (log)</i>				
<i>Estirpe</i>	<i>Constante de duplicação (ke)</i>	<i>Intervalo da fase log (h)</i>	<i>Tempo de duplicação (h)</i>	<i>R<sup>2</sup></i>
Ab-V5	0,2668	0-18	2,6	0,9964
HM053	0,2273	3-30	3,0	0,9764
Az39	0,2547	0-18	2,7	0,9857

A partir dos parâmetros da Tabela 2, observou-se que as estirpes Ab-V5 e Az39 tiveram um crescimento muito semelhante, com a fase *log* entre 0 e 18 horas e o tempo de

duplicação de 2,6 e 2,7 horas respectivamente. Entretanto a estirpe HM053 mostrou um tempo mais longo de fase *log* entre 3 e 30 horas, com o tempo de duplicação de 3 horas.

**Encapsulamento e ensaio de viabilidade bacteriana:** A área de produção de inoculantes se depara com diversos obstáculos relacionados à duração de armazenamento dos produtos, à eficiência deles após a aplicação e à capacidade de sobrevivência das bactérias após a inoculação na semente ou no sulco de semeadura (32). Esses desafios têm um impacto direto na desconfiança dos agricultores em relação à substituição dos agroquímicos por produtos biológicos. Nesse contexto, no presente trabalho foi realizado ensaios de avaliação da sobrevivência de *A. brasilense* das estirpes Ab-V5, HM053 e Az39 e manutenção da viabilidade bacteriana foram realizados, a fim de verificar um possível tempo de estocagem nos hidrogéis de formulações inteiras e particuladas, apresentado pela Figura 7.

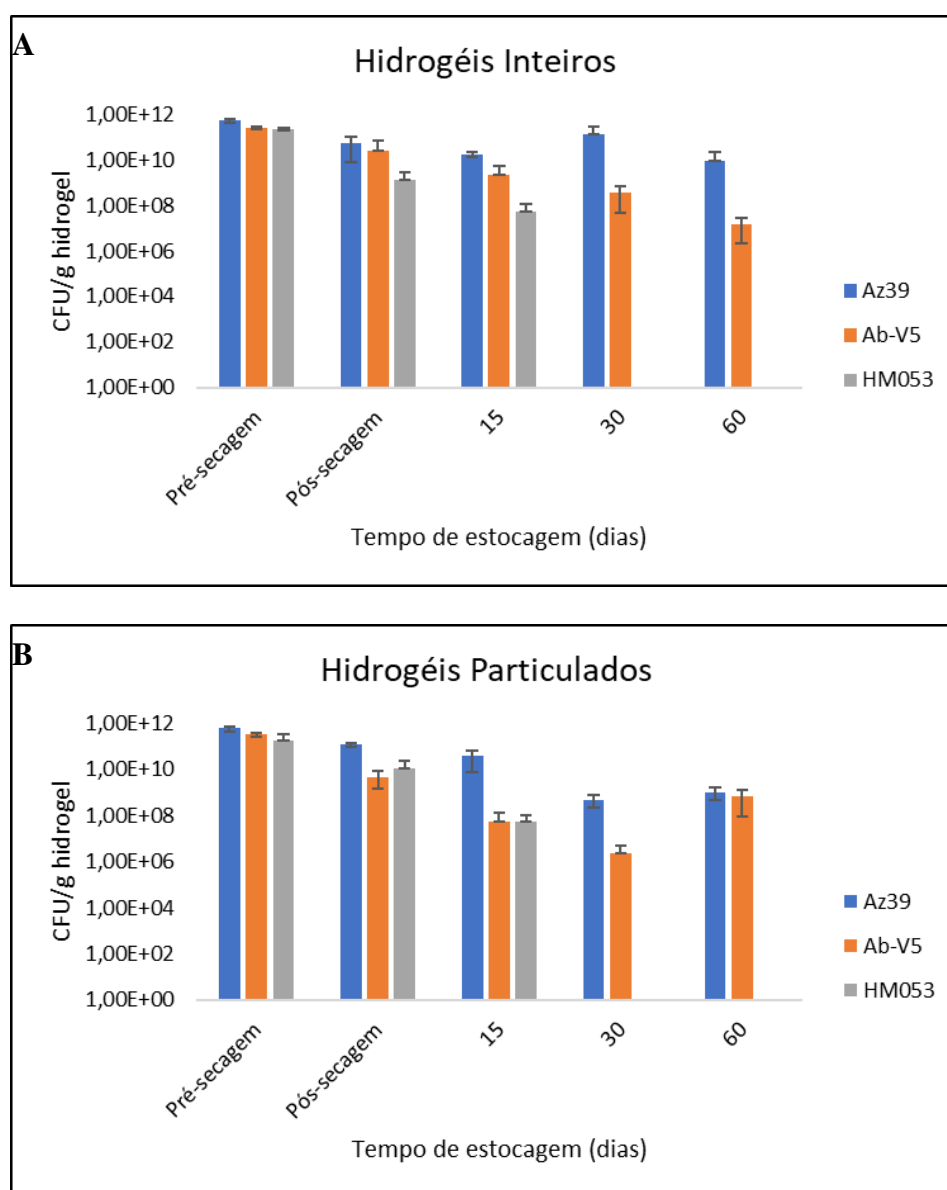


Figura 7 - Sobrevivência do *Azospirillum brasilense* em hidrogéis inteiros (A) e particulados (B). Com as ordenadas das respectivas estirpes de bactéria.



A fim de monitorar a viabilidade das bactérias ao longo do tempo e comparar entre as estirpes quais melhores se adaptam ao ambiente dentro do hidrogel, a recuperação dos hidrogéis foram realizadas em intervalos de tempo específicos. Por isso, o intervalo nomeado como “pré-secagem” foi a recuperação realizada logo após o hidrogel ter absorvido todo o inóculo, a duração de 3 horas após o encapsulamento. Para obter o pós-secagem, a recuperação foi realizada 3 dias após o encapsulamento, pois é o tempo em que o hidrogel inteiro demora até que esteja completamente seco.

Neste período, foi possível observar uma queda na quantidade de microrganismos viáveis no pós-secagem. Essa redução na viabilidade pode estar associada à perda de umidade, considerando que a etapa de secagem é um processo crítico para a sobrevivência celular, mas por outro lado, aumenta a vida útil dos produtos biológicos e diminui a contaminação com microrganismos indesejados (34,35).

Os dados de recuperação do hidrogel revelaram que a estirpe HM053 não possui uma viabilidade de microrganismo longa, se comparado com as outras estirpes estudadas. Em ambas formulações, as estirpes Ab-V5 e Az39 se mostram viáveis ao longo de todo o período de armazenamento investigado (aproximadamente  $1 \times 10^8$  CFU de Ab-V5/g de hidrogel e  $1 \times 10^9$  CFU de Az39/g de hidrogel), sugerindo um tempo de estocagem superior a 60 dias.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste projeto de pesquisa revelaram que os hidrogéis à base de goma arábica atingem o equilíbrio de intumescimento em cerca de três horas, com um comportamento característico de hidrogéis, onde o intumescimento inicial é rápido e depois se torna mais lento. Além disso, os HG demonstraram ser eficazes na absorção de fluidos por meio do transporte anômalo pelo modelo de Kosmeyer e Peppas.

A análise das curvas de crescimento das estirpes de *Azospirillum brasilense* indicou um padrão bastante semelhante para as estirpes Ab-V5 e Az39. Ambas apresentaram uma fase log de crescimento ocorrendo entre 0 e 18 horas, com tempos de duplicação próximos, registrando-se 2,6 horas para Ab-V5 e 2,7 horas para Az39, respectivamente. Por outro lado, a estirpe HM053 exibiu uma fase log estendida, observada entre 3 e 30 horas, e um tempo de duplicação ligeiramente mais longo, atingindo 3 horas.

Os ensaios de sobrevivência das bactérias encapsuladas aos hidrogéis mostraram que as estirpes Ab-V5 e Az39 permaneceram viáveis por 60 dias, mantendo-se aproximadamente  $1 \times 10^8$  CFU de Ab-V5 por grama de hidrogel e  $1 \times 10^9$  CFU de Az39 por grama de hidrogel (em granulação inteira e particulada), enquanto a estirpe HM053 mostrou uma viabilidade mais curta, de apenas 15 dias. A continuidade do monitoramento de sobrevivência sugere que o *Azospirillum brasilense* Ab-V5 e *Azospirillum argentinense* Az39, encapsulado ao hidrogel tem a perspectiva de sobreviver por um período muito superior a 60 dias.

Por fim, os hidrogéis com forma inteira tendem a absorver os fluidos de maneira mais controlada, oferecem uma matriz contínua para o encapsulamento das bactérias e tendem a manter sua estabilidade por mais tempo, pois sua estrutura contínua protege as bactérias encapsuladas. Enquanto, os hidrogéis de formulação particulada devido a sua maior superfície de contato, absorvem fluidos de forma mais rápida em comparação com os inteiros, permitem o encapsulamento das bactérias em partículas individuais e podem ter vida útil mais curta devido à exposição das partículas à detração ou à umidade.

## AGRADECIMENTOS

À UEPG pelo financiamento; à toda equipe do Laboratório de Biologia Molecular Microbiana (LABMOM) e Laboratório de Pesquisa em Materiais Poliméricos Multifuncionais (LMPM) pelo suporte.

## REFERÊNCIAS

1. Mendonça T. G., Urbano V. R., Peres J. G., Souza C. F. Hydrogel as an alternative to increase soil water storage capacity. *Water Resources and Irrigation*. 2013;2:87-92.
2. Eiras C., Passos I. N. G., Brito A. C. F., Júnior J. R. S. Electroactive nanocomposites made of poly (o-methoxyaniline) and natural polysaccharides. *New Chemistry*. 2007;30:1158-1162.
3. Aouada F. A., Moura M. R., Muniz E. C., Mattoso L. H. C. Hydrogels of polyacrylamide and methylcellulose. *Congresso Brasileiro de Polímeros*. 2007.
4. Mondal S., Das S., Nandi A. K. A review on recent advances in polymer and peptide hydrogels. *Sofi Matter*. 2020;16:1404-1454.
5. Xu Y., Han J., Lin H. Fabrication and characterization of a self-crosslinking chitosan hydrogel under mild conditions without the use of Strong bases. *Carbohydrate Polymers*. 2017;156:372-379.
6. El-Asmar J., Jaafar H., Bashour I., Farran M. T., Saoud I. P. Hydrogel Banding Improves Plant Growth, Survival, and Water Use Efficiency in Two Calcareous Soils. *CLEAN-Soil, Air, Water*. 2017;45: 1700251.
7. Niu Y., Ke R., Yang T., Song J. pH-Responsively Water-Retaining Controlled-Release Fertilizer Using Humic Acid Hydrogel and Nano-Silica Aqueous Dispersion. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 2020;20:2286-2291.
8. Zonatto F., Muniz E. C., Tambourgi E. B., Paulino A. T. Adsorption and controlled release of potassium, phosphate and ammonia from modified Arabic gum-based hydrogel. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017;105:363-369.
9. Lopes M. J. S., Dias-Filho M. B., Gurgel E. S. C. Successful Plant Growth-Promoting Microbes: inoculation methods and abiotic factors. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2021;5:1-13.
10. Merrick M., Hill S., Hennecke H., Hahn M., Dixon R., Kennedy C. Repressor properties of the *nifL* gene product in *Klebsiella pneumoniae*. *Mol. Gen. Genet*. 1982;185:75-81.
11. Gerhardt E. C. M. Regulação pós-traducional da enzima nitrogenase em *Azospirillum brasilense* [dissertação de mestrado]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2012.
12. Cassán F., Díaz-Zorita M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: From the laboratory to the field. *Soil Biology & Biochemistry*. 2016;103:117-130.
13. Bashan Y., Levanony H. Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. *Can. J. Microbiol*. 1990;36:591-608.
14. Bashan Y., De-Bashan L. E. Inoculant Preparation and Formulations for *Azospirillum* spp. In: CASSÁN, F.; OKON, Y.; CREUS, C. M. (Eds.). *The Handbook of Azospirillum*. [s.l.] Springer International Publishing Switzerland. 2015;469-485.
15. Tarrand J.J., Krieg N.R., Döbereiner J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species,

- Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. Nov. Canadian Journal of Microbiology. 1978;24:967-980.
16. Guerrero-Molina M. F., Winik B. C., Pedraza R. O. More than rhizosphere colonization of strawberry plants by *Azospirillum brasilense*. Applied Soil Ecology. 2012;61:205-212.
  17. Malinich E. A., Bauer C. E. The plant growth promoting bacterium *Azospirillum brasilense* is vertically transmitted in *Phaseolus vulgaris* (common bean). Symbiosis. 2018;76:97-108.
  18. Puente M. L., Maroniche G. A., Panepucci M., Sabio y Garcia J., García J. E., Criado M. V., Cassán, F. Localization and survival of *Azospirillum brasilense* Az39 in soybean leaves. Letters In Applied Microbiology. 2021;72:626-633.
  19. Ferreira N. S., Coniglio A., Puente M., Sant'Anna F. H., Maroniche G., García J., et al. Genome-based reclassification of *Azospirillum brasilense* Az39 as the type strain of *Azospirillum argentinense* sp. nov. International Journal of Systematic and Evolutive Microbiology. 2022;72.
  20. Santos M. S., Nogueira M. A., Hungria M. Outstanding impact of *Azospirillum brasilense* strains Ab-V5 and Ab-V6 on the Brazilian agriculture: lessons that farmers are receptive to adopt new microbial inoculants. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2021;45:1-31.
  21. Coniglio A., Mora V., Puente M., Cassán F. *Azospirillum* as Biofertilizer for Sustainable Agriculture: *Azospirillum brasilense* Az39 as a model of PGPR and field traceability. Sustainability in Plant and Crop Protection. 2019;45-70.
  22. Machado H. B., Funayama S., Rigo L. U., Pedrosa F. D. O. Excretion of ammonium by *Azospirillum brasilense* mutants resistant to ethylenediamine. Canadian Journal of Microbiology. 1991;37:549-553.
  23. Ghenov F., Gerhardt E. C. M., Huergo L. F., Pedrosa F. O., Wassem R., Souza E. M. Characterization of glutamine synthetase from the ammonium-excreting strain HM053 of *Azospirillum brasilense*. Brazilian Journal of Biology. 2022;82:1-8.
  24. Neto S. A. V., Pires F. R., Menezes C. C. E., Menezes J. F. S., Silva G. P., Assis R. L. Forms of inoculant application and effects on soybean nodulation. Rev. Bras. Ciência do Solo. 2008;32:861-870.
  25. Aouda F. A., Muniz E. C., Vaz C. M. P., Mattoso L. H. C. Correlation between parameters of swelling kinetic with network and hydrophilic characteristics of polyacrylamide and methylcellulose hydrogels. New Chemistry. 2009;32:1482-1490.
  26. Rodríguez Cáceres E.A. Improved Medium for Isolation of *Azospirillum* spp. Applied and Environmental Microbiology. American Society for Microbiology. 1982;44:990-991.
  27. Romina M., Gastón L., Belén R., Susana R., Verónica M., Fabricio C. Evaluation of growth and motility in non-photosynthetic *Azospirillum* *Brasilense* exposed to red, blue, and white light. Archives of Microbiology. 2020;202:1193-1201.
  28. Naghili H., Tajik H., Mardani K., Rouhani S. M. R., Ehsani A., Zare P. Validation of drop plate technique for bacterial enumeration by parametric and nonparametric tests. Veterinary research forum: an international quarterly journal. 2013;4:179-183.
  29. Reis A. V., Fajardo A. R., Schuquel I. T., Guilherme M. R., Vidotti G. J., Rubira A. F., Muniz E. C. Reaction of Glycidyl Methacrylate at the Hydroxyl and Carboxylic Groups of Poly(vinyl alcohol) and Poly(acrylic acid): Is This Reaction Mechanism Still Unclear?. J. Org. Chem. 2009;74:3750-3757.

30. Flory P. J.; Rehner J. Statistacal mechanics of cross-linked polymer networks. I. Rubberlike elasticity. *J. Chem. Phys.* 1943;11:512-526.
31. Peppas N. A., Van Blarcom D. S. Hydrogel-based biosensors and sensing devices for drug delivery. *Journal of Controlled Release.* 2016;240:142-150.
32. Lima-Tenório M. K., Tenório-Neto E. T., Guilherme M. R., Garcia F. P., Nakamura C. V., Pineda E. A., Rubira A. F. Water transport properties through starch-based hydrogel nanocomposites responding to both pH and a remote magnetic field. *Chemical Engineering Journal.* 2015;259:620-629.
33. Takahashi W. Y. Estudo da mobilidade de *Azospirillum brasilense* em gramíneas sob diferentes formas de inoculação [dissertação de mestrado]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2022.
34. Perez J. J., Francois N. J., Maroniche G. A., Borrajo M. P., Pereyra M. A., Creus C. M. A novel, green, low-cost chitosan-starch hydrogel as potencial delivery system for plant growth-promoting bacteria. *Carbohydr. Polym.* 2018;202:409-417.
35. Duarte M. M., Silva I. V., Eisenhut A. R., Bionda N., Duarte A. R. C., Oliveira A. L. Contributions of supercritical fluid technology for advancing decellularization and postprocessing of viable biological materials. *Materials Horizons.* 2022;9.3:864-891.

## GESTÃO DA QUALIDADE EM UMA AGROINDÚSTRIA DE GELEIAS: Relato de caso

Vanessa Cortina Zanetti \*; Raquel Bordignon ; Elis Samara Meyring ; Mirian  
Cristina Feiten 

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

**Resumo:** A produção de geleia por muito tempo foi realizada em escala artesanal, como forma de preservar frutos por mais tempo, permitindo seu consumo após a época de colheita. O produto possui consistência semi-sólida gelificada, obtido a partir do processamento de frutas inteiras ou em pedaços, suco e/ou extrato aquoso de uma ou mais frutas, misturados com gêneros alimentícios de propriedade adoçante. Sua fabricação possui etapas de recepção de matéria-prima, seleção, higienização e sanitização, eliminação de indesejáveis, formulação, cocção, envase, rotulagem, armazenamento e expedição. Entretanto, para a obtenção de um produto final sensorialmente adequado e de qualidade, ferramentas de gestão da qualidade devem ser consideradas. Dentre elas, pode-se citar a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) durante todo o processo de produção, a verificação e garantia da qualidade da matéria-prima, o atendimento às especificações de pH, °Brix e conteúdo de pectina, higienização do local de produção, análises do produto e a implementação de auditorias internas e externas para garantir a qualidade dos procedimentos. Assim, o presente relato de caso buscou demonstrar a utilização do sistema APPCC em uma agroindústria de geleias e seu processo produtivo através do fluxograma de produção, salientando seus pontos de controle (PC) e pontos críticos de controle (PCC), bem como os Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) das etapas de colheita, formulação, cocção e envase. Por fim, conclui-se a partir do exposto, que a APPCC exerce função crucial, tanto na garantia da qualidade de geleias, quanto na garantia da saúde do consumidor.

**Palavras-chave:** APPCC; HACCP; PCC; Controle de qualidade

## INTRODUÇÃO

Durante séculos, a conservação de frutas através de doces e geleias foi realizada de forma caseira, como uma alternativa para aproveitar épocas de colheita e a sazonalidade de cada fruta (1). O método para preservar frutas desta forma, considerado ainda mais antigo do que a prática de enlatar e congelar, ainda hoje é muito praticado de forma artesanal, embora tenha evoluído para a escala industrial (2). A produção artesanal de geleias e doces de frutas também é vista como uma alternativa para incrementar a renda de pequenos agricultores e incentivar a agroindústria familiar, agregando valor para a produção local (3). No entanto, hoje, no Brasil, não há legislação vigente que regulamenta a identidade e a composição desses produtos de forma adequada.

De acordo com a definição adaptada do *Codex Alimentarius* (4), geleias são produtos de consistência semi-sólida gelificada, feita a partir da fruta inteira, pedaço de frutas, polpa ou purê de frutas, suco e/ou extrato aquoso de uma ou mais frutas, misturados com gêneros alimentícios de propriedade adoçante, com ou sem adição de água. A fabricação de geleias é considerada bastante simples. Entretanto, alguns princípios devem ser respeitados para que o produto final seja aceitável e esteja em conformidade com a legislação vigente. As etapas básicas de processamento são: colheita da matéria-prima, seleção, higienização e sanitização, eliminação de indesejáveis, formulação, cocção, envase, rotulagem, armazenamento e comercialização (2).

É importante enfatizar que a adoção de medidas de controle é essencial na fabricação de qualquer produto alimentício. No caso de geleias, por exemplo, recomenda-se fortemente a disponibilização de pHmetro e refratômetro na planta industrial, para que se possa fazer a verificação em cada lote, de modo a garantir a qualidade e uniformidade do produto final (1). Vibhakara (2) afirma que algumas precauções para a manutenção da garantia e do controle de qualidade na fabricação de doces e geleias devem ser consideradas, como o uso do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) durante todo o processo de produção, a verificação e garantia da qualidade da matéria-prima, o atendimento às especificações de pH, °Brix e conteúdo de pectina da (s) fruta (s), de forma a reduzir a sua adição como aditivo, higienização do espaço de produção antes e após o uso, análises de pós processamento para garantir a qualidade do produto acabado e a implementação de auditorias internas e externas para garantir a qualidade dos procedimentos.

Assim, a partir do que foi citado, este relato de caso tem como finalidade apresentar informações a respeito do processamento de geleias, sistema APPCC e seus respectivos pontos de controle (PC) e pontos críticos de controle (PCC) e Procedimentos Operacionais Padrão (POP) utilizados a fim de garantir a qualidade do produto, de modo que outras indústrias possam utilizar este material como referência para seus próprios documentos.



## RELATO DE CASO

### Legislação

Conforme descrito no *Codex Alimentarius* (4), os ingredientes básicos para a geleia são as frutas e os gêneros alimentícios que conferem propriedade adoçante. Ademais, qualquer ingrediente apropriado de origem vegetal, como outras frutas, ervas, especiarias, nozes, bebidas alcoólicas, óleos essenciais e óleos e gorduras vegetais comestíveis pode ser utilizado, desde que não mascarem a má qualidade e induzam ao consumidor em erro.

A norma também estabelece a quantidade mínima de fruta em relação ao produto final, cuja quantidade depende do tipo de fruta utilizado. Já os sólidos solúveis devem estar entre 60 a 65%, ou superior, a depender da legislação local (4). No Brasil, a 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 o uso em geleias e demais alimentos (5).

No que diz respeito à contagem microbiológica, a legislação brasileira traz os limites apresentados no Quadro 1, conforme a Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022 (6).

Quadro 1 - Padrões microbiológicos para geleias.

<b>Categoria Específica de Produto</b>	<b>Micro-organismo/ Toxina/Metabólito</b>	<b>n</b>	<b>c</b>	<b>m</b>	<b>M</b>
Doces em pasta ou massa e similares, incluindo geleias e doces em calda	<i>Salmonella</i> /25g	10	0	Aus	-
	<i>Enterobacteriaceae</i> /g	5	1	10	10 <sup>2</sup>
	Bolores e leveduras/g	5	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>

Fonte: Brasil (6).

O produto deve ter uma consistência gelificada, de cor e sabor adequados ao tipo de ingrediente utilizado na preparação da mistura. Deve estar isento de materiais defeituosos normalmente associados aos frutos. As geleias em especial, também devem ser razoavelmente claras ou transparentes (4).

### Fluxograma de processo

A agroindústria produtora de geleias, neste relato denominada *Berry Jar*, se localiza no município de Campinas - SP. A Figura 1 apresenta o fluxograma de processamento de geleia, com a análise de APPCC, destacando as etapas do processo que apresentam os PCs e PCCs.

As etapas de produção das geleias são descritas de acordo com Awulachew (7), Featherstone (1), Vibhakara; Bawa (2) e Zanetti et al. (8). As frutas utilizadas na preparação de geleias devem estar maduras, sendo influenciadas pela variedade, maturação e localidade de cultivo. Os fatores mais importantes para a realização da colheita são o seu conteúdo de pectina, açúcares totais medidos como teor de sólidos solúveis totais (SST), e a acidez. Além disso, deve ser controlado o seu sabor, cor específica da variedade, ausência de manchas e a consistência. Também, quando adicionados agrotóxicos, deve-se respeitar o seu período de carência, não realizando a colheita antes do prazo estipulado pelo fabricante.

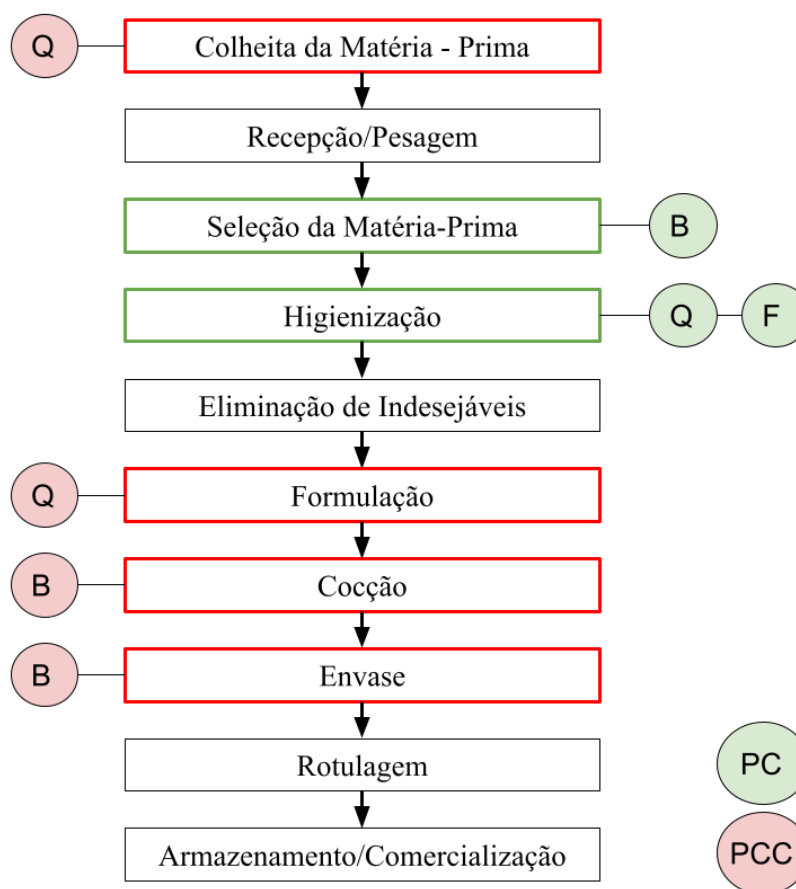


Figura 1 - Fluxograma do processamento de geleias, com identificação dos PCs e PCCs. Legenda: B - Biológico; Q - Químico; F - Físico. Fonte: Adaptado de Zanetti et al. (8).

Na recepção e pesagem, os produtos são pesados e as suas informações são anotadas em planilhas para rastreabilidade do lote colhido, a fim de garantir o registro das frutas. Na etapa de seleção, as frutas que apresentam contaminações por fungos, insetos ou larvas devem ser retiradas, permanecendo apenas frutos íntegros e adequados à utilização. Na etapa de higienização os frutos são lavados para remoção de sujidades grosseiras, por meio de um sistema de borbulhamento e, em seguida, sanitizados com hipoclorito de sódio em concentração de 100 ppm por 15 minutos, para redução da carga microbiana presente. Após, os frutos são novamente enxaguados, para remoção superficial do sanitizante. Em seguida, é realizada a remoção de indesejáveis, como cascas, coroa, sementes, caroços, partes que não são utilizáveis na elaboração das geleias.

As frutas necessárias para a fabricação de geleias devem conter, idealmente, teores de ácido e pectina suficientes para a sua produção sem a necessidade de adição destes componentes como aditivos. No entanto, muitas vezes essas frutas não apresentam concentrações ideais, havendo a necessidade de adicionar uma quantidade destes aditivos e água para a formação do gel mais adequado para geleias. O açúcar também é de extrema relevância na formação do gel, sendo adicionado em proporções muito semelhantes às da fruta, sendo a concentração mais comum de 1:1. Devido a isso, a etapa de formulação é bastante padronizada para se adequar da melhor forma às características da fruta, além de

cálculos dos aditivos para a formação do gel, como o ácido e a pectina, mas também outros tais como os conservantes. Após a mistura de todos os ingredientes é realizada a cocção, ou concentração, para a formação da geleia. A cocção é uma das etapas mais importantes da fabricação da geleia. Nela o açúcar é dissolvido e, junto com o ácido e a pectina, forma uma rede gelificante, conforme ocorre a sua concentração. Essa etapa deve ser mais curta possível, para evitar a perda de sabor, cor, hidrólise da pectina e caramelização excessiva do açúcar. As frutas cortadas ou o seu suco são colocados na panela de fervura, com o açúcar e a água e cozidos até  $\frac{2}{3}$  do tempo total de cocção, com agitação constante. Em seguida, é realizada a adição da pectina e ácido até atingir uma concentração de sólidos de 60-65% e uma temperatura superior a 102 °C.

Após sua cocção, a geleia é envasada em três etapas: o pré-resfriamento, o enchimento e o resfriamento após o enchimento. O pré-resfriamento deve ser realizado até alcançar uma temperatura de 94 °C, podendo ser realizado pela contínua mexedura da geleia na panela ou no tanque de envase. Após alcançar a temperatura, a geleia é envasada em embalagens de vidro e imediatamente é colocada a tampa sobre o frasco, para eliminar o ar presente entre a tampa e a geleia (máximo de 1,25 cm de *headspace*). Após, é feita a recravação e inversão do frasco, ficando nesta posição por 2 minutos e seguindo para o resfriamento final. Este resfriamento é comumente realizado com água fria ou jatos de ar frio, até alcançar uma temperatura de aproximadamente 21 °C.

Quando fria, a geleia segue para a etapa de rotulagem, onde constam todas as informações obrigatórias referentes ao produto, ingredientes e tabela nutricional, empresa fabricante, dados de fabricação e validade. Por fim, os frascos são acondicionados em caixas do tipo colmeia com dois andares, para garantir menores perdas durante o transporte e facilitar a comercialização. As caixas que não são transportadas ficam no estoque, acondicionadas em ambiente de temperatura média de 25 °C, elevados do chão.

## DISCUSSÃO

### *Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle na Produção de Geleias*

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (9), o sistema de APPCC é uma ferramenta de gestão para garantir a segurança dos alimentos baseada na prevenção, com a identificação de possíveis perigos antes que ocorram, e a definição de medidas de controle para maximizar a segurança dos alimentos em cada etapa do processo de produção e manipulação. Portanto, o sistema APPCC baseia-se na prevenção, eliminação ou redução dos perigos em todas as etapas da cadeia produtiva, sendo constituído de 7 princípios básicos (9): análise do perigo e identificação de medidas de controle, identificação dos pontos críticos de controle, estabelecimento dos limites críticos, estabelecimento de um sistema de monitoramento, estabelecimento de ações corretivas a serem tomadas quando houver um desvio de limite crítico, estabelecimento de procedimentos de verificação, e registro dos resultados. Abaixo, são descritos os PCs e PCCs envolvidos no processamento de geleias da agroindústria *Berry Jar*.

**Ponto de Controle PC01:** Na seleção da matéria-prima, há um risco biológico pela presença de microrganismos, larvas e insetos tipicamente encontrados nas frutas. Aquelas que apresentam algum destes materiais estranhos devem ser removidas nesta etapa. No

entanto, a RDC nº 623, de 9 de março de 2022 (10), permite a presença de, no máximo, 25 fragmentos de insetos em 100 g de geleia.

**Ponto de Controle PC02:** Na etapa de higienização são utilizados sanitizantes à base de hipoclorito de sódio para a redução da carga microbiana presente. Deve-se controlar a potabilidade da água e também o tempo e a concentração do sanitizante utilizado, a fim de reduzir a contagem de *Enterobacteriaceae* e bolores e leveduras, exigidos pela IN nº 161 (Quadro 1) (6). Também recomenda-se a utilização de agitação da água durante a higienização, para o desprendimento de sólidos, como pedras, que possam ter permanecido durante as etapas anteriores, a fim de reduzir um risco físico.

**Ponto Crítico de Controle PCC01:** Na produção das frutas são utilizados defensivos agrícolas das mais diversas funções, para garantir que a fruta esteja na sua melhor condição na hora da colheita. No entanto, estes agrotóxicos apresentam um período de carência, ou seja, um tempo em que a fruta não pode ser utilizada, devido a ação tóxica do produto sobre o ser humano. Por isso, deve-se ter bastante atenção na aplicação, e no controle dos prazos, com informações descritas na bula do agrotóxico. Também, deve-se ter um registo completo do produto, lote e outras informações relevantes para garantir a rastreabilidade das geleias. Deve-se ter em mente que existem componentes não autorizados para uso em agrotóxicos, descritos na Instrução Normativa nº 34, de 29 de julho de 2019 (11).

**Ponto Crítico de Controle PCC02:** Na etapa de formulação há um risco químico, devido a adição de aditivos químicos que podem apresentar um grau de toxicidade elevado quando ingeridos. A pesagem dos aditivos deve respeitar os limites definidos na IN nº 211, de 1 de março de 2023 (5), para todas as classes. Caso ocorra uma adição em excesso, o lote deve ser reprocessado.

**Ponto Crítico de Controle PCC03:** Na etapa de cocção existe um risco biológico da permanência de microrganismos patogênicos e deteriorantes que possam estragar o produto final ou causar algum tipo de doença de origem alimentar quando consumido. Segundo a RDC nº 161 (Quadro 1) (6), após a cocção das geleias o produto deve apresentar ausência de *Salmonella spp.*, contagem de *Enterobacteriaceae* inferior a  $10^2$  UFC/g e contagem de bolores e leveduras inferior a  $10^4$  UFC/g. A sua temperatura de cocção deve alcançar  $102\text{ }^\circ\text{C}$  e concentração de sólidos totais de 60-65% (12).


**Ponto Crítico de Controle PCC04:** Na etapa de envase existe um risco de recontaminação do produto final. A temperatura de envase do produto deve permanecer entre  $82\text{ e }94\text{ }^\circ\text{C}$  (13) e, imediatamente após, deve ser colocada a tampa sobre o frasco, de modo a não ficar exposto ao ambiente e ser contaminado por esporos de bolores presentes. Também deve-se conferir o material de embalagem a ser utilizado, para que não apresente sujidades ou formação de bolores, tanto no frasco quanto na tampa, visto que o produto vai ser invertido para recravação da tampa.

### ***Procedimentos Operacionais Padrão na Produção de Geleias***


Segundo a Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 (14), Procedimento Operacional Padrão (POP) é o procedimento descrito de forma objetiva que estabelece instruções sequenciais para a realização de operações rotineiras e específicas na produção, armazenamento e transporte de alimentos. A aplicação dos POPs no processamento de alimentos é fundamental para garantir a padronização e segurança do alimento, seguindo os procedimentos descritos, reduzindo o risco de adversidades. Os

quadros 2, 3, 4 e 5 abaixo são referentes aos POPs para padronização dos pontos críticos de controle no processamento de geleias.

Quadro 2 - Procedimento Operacional Padrão 01 - Colheita.


	<b>BERRY JAR</b>  <b>POP 01 - Colheita</b>	Data emissão:
		Revisão n°: Data:
		Folha 1/1 Versão: 00
<b>Setor</b>	Colheita	
<b>Descrição</b>	Na colheita dos frutos são realizadas análises de concentração de sólidos solúveis totais (°Brix) e pH, para avaliação dos teores iniciais do fruto e controle da produção. Também é realizada a verificação dos defensivos aplicados na plantação e seu tempo de carência.	
<b>Limite Crítico</b>	- Tempo de carência informado na bula do defensivo aplicado sobre a produção.	
<b>Perigo</b>	Químico: Presença de substâncias tóxicas quando ingeridas.	
<b>Medida de Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avaliação das fichas de controle e rastreamento dos frutos;</li> <li>- Avaliação do técnico responsável pelos frutos.</li> </ul>	
<b>Ação Corretiva</b>	Resfriamento do lote colhido em atmosfera modificada até o fim do prazo de carência do produto.	
<b>Monitoração</b>	<p><b>O que?</b> - O período de carência do defensivo após a aplicação.</p> <p><b>Como?</b> - Através da anotação das fichas de cada safra de fruta.</p> <p><b>Quando?</b> - Sempre que aplicar algum defensivo.</p> <p><b>Quem?</b> - Equipe técnica responsável pela safra, colaborador responsável pela aplicação.</p>	
<b>Verificação</b>	Revisão das anotações realizadas durante o monitoramento das aplicações e as ações corretivas realizadas.	
<b>Registro</b>	Mantimento das planilhas de controle da qualidade para avaliação das causas dos problemas ocorridos com os lotes e a frequência das ocorrências, de forma a mudar o processo e garantir as informações adequadas.	

Quadro 3 - Procedimento Operacional Padrão 02 - Formulação.


	<b>BERRY JAR</b>  <b>POP 02 - Formulação</b>	Data emissão:
		Revisão n°: Data:
		Folha 1/1 Versão: 00
<b>Setor</b>	Produção	
<b>Descrição</b>	Na formulação são realizadas as pesagens de ingredientes para a elaboração dos lotes de geleia.	
<b>Limite Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aditivos considerados seguros: <i>Quantum satis</i>;</li> <li>- Aditivos que apresentam risco tóxico: respeitar o limite máximo descrito na IN 211/23 (mg/kg ou mg/L).</li> </ul>	
<b>Perigo</b>	Químico: Presença de substâncias tóxicas quando ingeridas.	
<b>Medida de Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisão dos cálculos para determinação da formulação;</li> <li>- Atenção durante a etapa de pesagem, para evitar medição inadequada;</li> <li>- Treinamentos periódicos para a correta leitura e utilização da balança.</li> </ul>	
<b>Ação Corretiva</b>	Reprocessamento, rever lote para avaliação.	
<b>Monitoração</b>	<p><b>O que?</b> - Calibração da balança; concentração durante a pesagem.</p> <p><b>Como?</b> - Através da calibração periódica da balança utilizada; ter descansado.</p> <p><b>Quando?</b> - Calibração mensal; concentração diária.</p> <p><b>Quem?</b> - Equipe de controle da qualidade, responsável pelo processamento, colaborador responsável pela pesagem dos ingredientes.</p>	
<b>Verificação</b>	Revisão das anotações realizadas durante o monitoramento das pesagens e as ações corretivas realizadas na etapa do processo.	
<b>Registro</b>	Mantimento das planilhas de controle da qualidade para avaliação das causas dos problemas ocorridos com os lotes e a frequência das ocorrências, de forma a mudar o processo e garantir as informações adequadas.	



Quadro 04 - Procedimento Operacional Padrão 03 - Cocção.

	<b>BERRY JAR</b>  <b>POP 03 - Cocção</b>	Data emissão:
		Revisão n°: Data:
		Folha 1/1 Versão: 00
<b>Setor</b>	Produção	
<b>Descrição</b>	Durante a etapa de cocção, a geleia é concentrada a 60 - 65%, alcançando uma temperatura de 102 °C, o que realiza a eliminação microbiana no produto.	
<b>Limite Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura interna final de 102 °C;</li> <li>- Análises microbiológicas - IN 161/22;</li> <li>- <i>Salmonella</i> spp. - ausente;</li> <li>- <i>Enterobacteriaceae</i> - máx 10<sup>2</sup> UFC/g;</li> <li>- Bolores e leveduras - máx 10<sup>4</sup> UFC/g</li> </ul>	
<b>Perigo</b>	Biológico - sobrevivência e/ou multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes.	
<b>Medida de Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preenchimento das planilhas;</li> <li>- Verificação da temperatura e concentração de sólidos durante a etapa de cocção;</li> <li>- Conferencia da formulação adicionada no lote.</li> </ul>	
<b>Ação Corretiva</b>	Pasteurização, rever lote para avaliação.	
<b>Monitoramento</b>	<p><b>O que?</b> - Temperatura de cocção da geleia; presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes.</p> <p><b>Como?</b> - Através da aferição da temperatura de uma amostra com termômetro; através de análise microbiológica do lote.</p> <p><b>Quando?</b> - Todos os lotes.</p> <p><b>Quem?</b> - Equipe de controle da qualidade, responsável pelo processamento, colaborador responsável pela cocção.</p>	
<b>Verificação</b>	Revisão dos limites críticos e reanálise da amostra para verificar conformidade.	
<b>Registro</b>	Mantimento das planilhas de controle de qualidade para avaliação das causas dos problemas ocorridos com os lotes e a frequência das ocorrências, de modo a mudar o processo e garantir as informações adequadas.	

Quadro 05 - Procedimento Operacional Padrão 04 - Envase.

	<b>BERRY JAR</b>  <b>POP 04 - Envase</b>	Data emissão:
		Revisão nº: Data:
		Folha 1/1 Versão: 00
<b>Setor</b>	Produção	
<b>Descrição</b>	No envase o produto é transferido do tacho de cocção para o envasador automático por uma bomba e tubulação em aço inoxidável. Após o envase, a tampa é colocada e espera-se 1 minuto para a expulsão do oxigênio presente no <i>headspace</i> , por meio do vapor da geleia quente. Após, o vidro é fechado e invertido para recravação da tampa.	
<b>Limite Crítico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura mínima de envase de 82 °C;</li> <li>- Temperatura máxima de envase de 94 °C.</li> </ul>	
<b>Perigo</b>	Biológico - sobrevivência e/ou multiplicação de microrganismos patogênicos e deteriorantes.	
<b>Medida de Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conferência da temperatura de envase;</li> <li>- Conferência da integridade e qualidade da embalagem de envase.</li> </ul>	
<b>Ação Corretiva</b>	Pasteurização, rever lote para avaliação.	
<b>Monitoramento</b>	<p><b>O que?</b> - Temperatura de envase da geleia; Tempo de inversão do vidro fechado.</p> <p><b>Como?</b> - Através da aferição da temperatura de uma amostra de geleia; através da contagem do tempo com cronômetro.</p> <p><b>Quando?</b> - Todos os lotes.</p> <p><b>Quem?</b> - Equipe de controle da qualidade, responsável pelo processamento, colaboradores responsáveis pelo envase.</p>	
<b>Verificação</b>	Revisão dos limites críticos e reanálise da amostra para verificar conformidade.	
<b>Registro</b>	Mantimento das planilhas de controle de qualidade para avaliação das causas dos problemas ocorridos com os lotes e a frequência das ocorrências, de modo a mudar o processo e garantir as informações adequadas.	

## CONCLUSÕES

A aplicação da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) na indústria de geleias é importante para garantir a segurança do produto, ter um maior controle do processamento e possibilitar à indústria abertura de mercados que exijam maior qualidade nos produtos e processos. A padronização das etapas de processamento é fundamental para manutenção dos padrões microbiológicos, físico-químicos e sensoriais do produto, maximização dos rendimentos e redução de desperdícios e custos com reprocesso. Além disso, instruções de como corrigir os problemas e ter um sistema de rastreabilidade garantem a adequada ação de ambos os setores da qualidade e da produção na empresa.








Por fim, conclui-se a partir do exposto, que o controle de qualidade, com destaque para a APPCC, exerce função crucial tanto na garantia da qualidade de geleias, quanto na garantia da saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

1. Featherstone S. 9 - Jams, Jellies, and related products. In: A complete course of canning and related processes. 14<sup>th</sup> edition. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition; 2016. p. 313-349.
2. Vibhakara HS, Bawa AS. Manufacturing Jams and Jellies. In: Handbook of Fruits and Fruit Processing. Wiley; 2012. p. 229-43.
3. SEAPAF/SEPROR. Agregando valor à pequena produção: geléia de frutas. Manaus; 2019.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Codex Alimentarius: International Food Standards. Standard for jams, jellies and marmalades. 2009.
5. Brasil. 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. 8 mar 2023; Seção 1:110.
6. Brasil. Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União. 6 jul 2022; Seção 1: 235.
7. Awulachew MT. A Current Perspective to Jam Production. Advances in Nutrition & Food Science. 2021 May 10;6(1).
8. 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.
9. FAO. Introduction to Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). FAO Good Hygiene Practices (GHP) and Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Toolbox for Food Safety. 2023. Rome. 28 p.
10. Brasil. RDC nº 623, de 9 de março de 2022. Dispõe sobre os limites de tolerância para matérias estranhas em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. Diário Oficial da União. 16 mar 2022; Seção 1:119.

11. Brasil. Instrução Normativa nº 34, de 29 de julho de 2019. Estabelece e dá publicidade a lista de componentes não autorizados para uso em agrotóxicos e afins. Diário Oficial da União. 31 jul 2019; Seção 1:146.
12. Oliveira ENA, Feitosa BF, Souza RLA. Tecnologia e processamento de frutas: doces, geleias e compotas. Natal: IFRN, 2018.
13. Lopes RLT. Fabricação de geleias - Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, 2007.
14. Brasil. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União. 23 out 2003; Seção 1:126.

## APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO RDC N 275/2002 DA ANVISA EM RESTAURANTE NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE

Tamires Gomes Nunes<sup>\*,1</sup> ; Monicio do Nascimento Silva<sup>1</sup> ; Espedita Pereira Matias<sup>1</sup> ; Camilla Salviano Bezerra de Aragão<sup>2</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> 

\*Tamires Gomes Nunes – Email: [tamires.gomes@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:tamires.gomes@aluno.ifsertao-pe.edu.br)

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[tamires.gomes@aluno.ifsertao-pe.edu.br](mailto:tamires.gomes@aluno.ifsertao-pe.edu.br)>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <[luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br](mailto:luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br)>, <[marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br](mailto:marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br)>, <[camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br](mailto:camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br)>, <[janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br](mailto:janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br)>.

**Resumo:** É necessária a fiscalização sobre os estabelecimentos que produzem e comercializam alimentos industrializados e in natura, bem como aqueles que servem refeições comerciais, a fim de garantir segurança aos consumidores. O presente estudo objetivou avaliar a qualidade higiênico-sanitária de um restaurante em relação às Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. O restaurante foi avaliado quanto à adequação às boas práticas por meio da aplicação da lista de verificação contida na RDC 275/2002. A lista de verificação é dividida em cinco blocos: Edificação e Instalações; Equipamentos, Móveis e Utensílios; Manipuladores; Produção e Transporte do Alimento e Documentação. Foram três as opções de respostas: S = (CONFORME), N = (NÃO CONFORME) e NA = (NÃO SE APLICA). De acordo com a lista de verificação aplicada, a classificação do restaurante comercial foi insatisfatória para a produção de alimentos seguros. A adesão às boas práticas se tornou uma ferramenta viável para melhorar a qualidade das refeições produzidas pelo restaurante, garantindo um alimento seguro, sem risco de danos para a saúde do consumidor.

**Palavras-chave:** inspeção, boas práticas de fabricação, lista de verificação.

## INTRODUÇÃO

Uma alimentação saudável engloba práticas e hábitos alimentares que têm como objetivo proporcionar ao corpo os nutrientes essenciais para sua saúde e bem-estar. Essa abordagem se baseia na incorporação de uma variedade de alimentos naturais, frescos e pouco processados, com ênfase em frutas, vegetais, grãos integrais, proteínas magras e vitaminas benéficas (1).

Um dos elementos cruciais para uma alimentação saudável é a ausência de riscos na produção dos alimentos. Isso implica a implementação de medidas de higiene e segurança alimentar em todas as fases da cadeia produtiva, desde a produção agrícola até o processamento, embalagem, armazenamento e distribuição. No contexto do processamento de alimentos, é essencial assegurar a higiene e segurança nas indústrias alimentícias, incorporando boas práticas de fabricação, como a limpeza adequada, o uso correto de equipamentos e o controle de temperatura durante o processamento (1).

Diante dessa evolução, os serviços de alimentação precisam estar em conformidade com as regulamentações em vigor para garantir a qualidade da comida oferecida, reduzindo as possibilidades de contaminação. Com o aumento do consumo de alimentos fora de casa, a população está cada vez mais preocupada com a qualidade do que consome, embora grande parte desconheça as informações necessárias para avaliar a qualidade dos alimentos ou exigir melhorias. Assegurar a segurança alimentar torna-se, portanto, um princípio fundamental para estabelecimentos que fornecem alimentos, sendo uma preocupação constante dos órgãos de fiscalização da saúde pública (2).

Considerando o cenário atual na área de alimentação, a indústria de *fast food* expandiu consideravelmente, aprimorando a qualidade de seus serviços para atender a diversos tipos de consumidores. Através dessa transformação, os restaurantes de *fast food* introduziram o hábito de comer fora, especialmente relacionado à agitação da vida moderna, apresentando novos cardápios mais personalizados. Esse modelo de restaurante tornou-se parte do cotidiano das pessoas, sendo um fenômeno exclusivo do ambiente urbano, especialmente nas grandes cidades, atribuído à falta de tempo ou até mesmo à disponibilidade de tempo livre (3).

Simultaneamente à expansão do setor de alimentação, houve um aumento na incidência de doenças transmitidas por alimentos (DTAs), causadas por agentes que entram no corpo humano por meio da ingestão de alimentos ou água contaminados. Esses agentes podem ser químicos (por exemplo, pesticidas) ou biológicos (por exemplo, microrganismos patogênicos como *Salmonella* spp.), sendo este último o principal responsável por disfunções. Os alimentos contaminados frequentemente não apresentam alterações no odor e sabor, diminuindo a capacidade de discernimento por parte do consumidor (4).

Uma vez consumidos, esses alimentos podem levar ao desenvolvimento de várias manifestações clínicas, como náuseas, vômitos, diarreia, desidratação, dores abdominais, prostração, constipação, febre, cefaléia, fraqueza, mialgia, vertigem, tenesmo, paralisia respiratória, septicemia, síndrome hemolítico-urêmica e meningite (4).



As Boas Práticas de Fabricação (BPF) consistem em normas de procedimentos para alcançar um determinado padrão de identidade e qualidade em produtos ou serviços na área de alimentos. A aplicação eficaz dessas normas deve ser avaliada por meio de inspeções, sendo medidas preventivas para controlar os riscos. Para avaliar inicialmente a adesão às boas práticas, a legislação brasileira recomenda a utilização de listas de verificação, cujos resultados permitem identificar pontos de não conformidade e elaborar ações corretivas (5).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as condições higiênico-sanitárias de um restaurante comercial no município de Salgueiro-PE.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em um restaurante no centro da cidade de Salgueiro/PE. A coleta de dados foi iniciada após conclusão da Lista de verificação.

As informações foram obtidas utilizando-se o método da observação direta e perguntas feitas aos funcionários. A visita foi realizada em um final de semana, no período da tarde.

Para avaliar as Boas Práticas do estabelecimento foi utilizado na pesquisa um instrumento de medição de qualidade, ou seja, o guia de verificação ou check-list.

O *check-list* utilizado apresenta como base a RDC 275/ 2002 da ANVISA que dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos, o qual avalia alguns campos das boas práticas de fabricação como, higiene pessoal dos manipuladores, higienização das mãos e dos alimentos, abrangendo a produção a higienização durante a manipulação, de equipamentos, móveis e utensílios.

O *check-list* recebe uma classificação de conformidade ou não conformidade, de acordo com cada situação encontrada no local no momento da observação. Respondendo “sim” (S) para os requisitos que estavam em conformidade com a legislação ou “não” (N), para aqueles não conformes. Quando a informação não era aplicada às atividades da empresa, foi considerado “não se adequa” (NA).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estabelecimentos devem atender de imediato a todos os itens discriminados na lista de verificação de Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

O check-list utilizado constou de 37 itens de verificação, distribuídos em avaliação de vários aspectos do estabelecimento como descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Aspectos e itens avaliados no check-list

Aspectos e Itens avaliados	Nº itens	Nº itens críticos
----------------------------	----------	-------------------

Edificações e Instalações	20	78
Equipamentos, Móveis e Utensílios	4	21
Manipuladores	6	14
Produção e Transporte do Alimento	5	34
Documentação	2	18
Total	37	165

Para o aspecto edificações e instalações foram avaliados 20 itens relacionados a 78 critérios referindo-se a localização livre de focos de insalubridades; fluxos; paredes, pisos, ralos, portas e janelas; ventilação; pias para higienização de mãos; sanitários e vestiários; abastecimento de água e controle de pragas.

No aspecto Equipamentos, Móveis e Utensílios foram avaliados 4 itens relacionados a 21 critérios referidos a existência de registros que comprovem que os equipamentos e maquinários do estabelecimento passam por manutenção preventiva; existência de planilhas de registros da temperatura dos equipamentos, conservadas durante período adequado e adequada higienização.

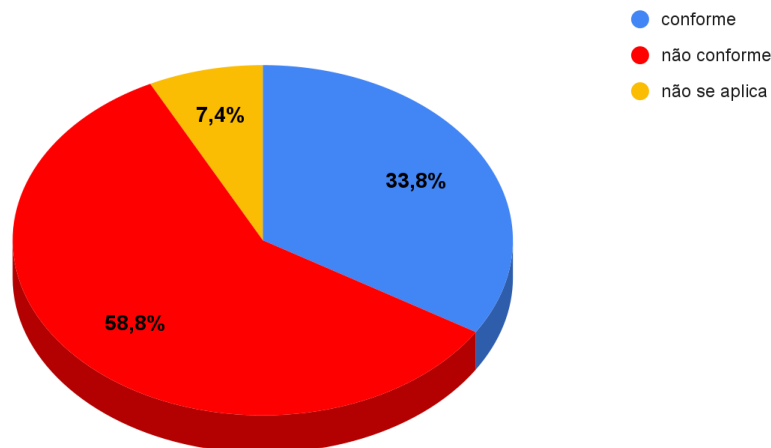
No quesito Manipuladores avaliou-se 6 itens relacionados a 14 critérios referidos ao vestuário de trabalho de cor clara, adequado à atividade e exclusivo para área de produção, limpos e em adequado estado de conservação; estado de saúde: ausência de infecções cutâneas, feridas e supurações; ausência de sintomas e infecções respiratórias, gastrointestinais e oculares; utilização de Equipamentos de Proteção Individual; existência de programa de capacitação adequado e contínuo relacionado à higienização pessoal e à manipulação dos alimentos.

Produção e Transporte do Alimento avaliou-se 5 itens relacionados a 34 critérios referidos, a existência de planilhas de controle na recepção (temperatura e características sensoriais, condições de transporte outros) dos alimentos; operações de recepção da matéria-prima, ingredientes e embalagens são realizadas em local protegido e isolado da área de processamento; critérios estabelecidos para a seleção das matérias-primas são baseados na segurança do alimento; fluxo de produção ausente de material estranho, estragado ou tóxico; local para pré-preparo isolados da área de preparo por barreira física ou técnica; controle da circulação e acesso do pessoal; conservação adequada de materiais destinados ao reprocessamento e existência de controle de qualidade do produto final.

No quesito Documentação, foi avaliado 2 itens relacionados a 18 critérios referido as operações executadas no estabelecimento estão de acordo com o Manual de Boas Práticas de Fabricação; higienização das instalações, equipamentos utensílios e existência de Programa de Autocontrole estabelecido para controle de potabilidade da água.

Após aplicação da lista, obteve como resultado, percentuais de 33,8% para conformidade, 58,8% fora das normas aplicadas pela RDC Nº 275/2002 e 7,4% não se aplica, como mostra o gráfico.

Figura 1 - Resultado do *checklist* aplicado em um restaurante localizado em Salgueiro/PE 2021.



O ambiente apresenta acesso direto e uma área externa livre de focos de insalubridades, de objeto sem desusos ou estranhos ao ambiente, de vetores e outros animais no pátio e vizinhança; de focos de poeira; de acúmulo de lixo nas imediações; de água estagnada, dentre outros.

Na área interna, tetos, paredes e divisórias apresentam acabamento liso de cor clara, de fácil limpeza e em adequado estado de conservação.

Pisos com material que permite fácil e apropriada higienização, porém, em péssimo estado de conservação. É notória a presença de algas trincas e manchas amareladas.

Ausência de drenos, ralos sanfonados e grelhas colocadas em locais adequados de forma a facilitar o escoamento e proteger contra a entrada de baratas, roedores etc.

Ausência de janelas e aberturas de portas com resquícios de descascamento e fechamento manual e rolamento.

Considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos, visando as análises observatórias feitas no respectivo estabelecimento comercial tem-se um diagnóstico totalmente divergente daquilo que é pautado na lista RDC.

## CONCLUSÕES








De acordo com a lista de verificação aplicada, a classificação do restaurante comercial foi insatisfatória para a produção de alimentos seguros. O estabelecimento necessita adequar-se aos itens considerados essenciais, visando à qualidade de suas refeições e à saúde de seus clientes. Isso demonstra a necessidade de melhorias, tanto no que se refere à produção segura e adequada das refeições quanto à situação do estabelecimento perante as legislações vigentes. A adesão às boas práticas seria uma ferramenta viável para melhorar a

qualidade das refeições produzidas pelo restaurante, garantindo um alimento seguro e sem risco de danos para a saúde do consumidor.

## REFERÊNCIAS

1. CUNHA, Mariana Larissa Pereira da. Condições higiênico-sanitárias de serviços de alimentação delivery em Carapicuíba/SP. Orientador: Annamaria Barbosa do Nascimento. 2023. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Departamento de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.
2. Pandolfi, I. A., Moreira, L. Q., & Teixeira, E. M. B. (2020). Segurança alimentar e serviços de alimentação-revisão de literatura / Food safety and food services-literature review. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 42237–42246. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-002>.
3. SANTOS, Sergio Gomes dos. Percepção da qualidade pelos clientes em uma empresa de fast food: um estudo sobre a rede Giraffas de Araguaína - TO. 2016. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Logística, Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.
4. NASCIMENTO, R. S., LIMA, A. V. M. Condições higiênico-sanitárias de lanchonetes/restaurantes fast-food no Brasil. v. 2 n. 2(2021): Health and Biosciences. Ciências da Saúde, Health and Biosciences disponível em: <https://doi.org/10.47456/hb.v2i2.34587>.
5. GENTA, T. M. S. et al. Avaliação das boas práticas através de check-list aplicado em restaurantes self-service da região central de Maringá, Estado do Paraná. *Acta Science*, v. 27, n. 2, p. 151-156, 2005.

## VERIFICAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF) EM UMA AÇAITERIA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE SALGUEIRO-PE

Maria Emanuely do Carmo Silva\*<sup>1</sup> ; Wanderson Rodrigo Martins<sup>1</sup> ; Luciana Façanha Marques<sup>2</sup> ; Marília Patrício Alves<sup>2</sup> ; Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup> ; Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup> ; José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup> 

\*Maria Emanuely do Carmo Silva – maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <maria.silva3@aluno.ifsertao-pe.edu.br>, <wanderson.rodrigo@aluno.ifsertao-pe.edu.br>.

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br> <camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>, <janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br>, <marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>.

**Resumo:** O consumo de alimentos preparados em estabelecimentos de *fast food* desenvolveu-se exponencialmente, e com ele, a procura por alimentos seguros tornou-se um desafio recorrente para produtores e industrializadores de alimentos. O presente trabalho teve como objetivo a avaliação das condições higiênico-sanitárias de um ponto comercial de açaí, localizado na cidade de Salgueiro-PE. A avaliação foi realizada mediante a aplicação da lista de verificação das boas práticas de fabricação obtida a partir da RDC nº 216/02 - ANVISA. O estabelecimento obteve o atendimento em percentual de  $\leq 50\%$  de adequações considerado como "regular", o bloco 4 obteve o menor percentual de adequação com apenas 33,3% de adequações. O bloco 5 - "Documentação" obteve 100% das não conformidades, a falta de comprovação dos documentos são alguns dos fatores que contribuíram para esta avaliação insatisfatória.

**Palavras-chave:** Lista de verificação; Qualidade; POP'S

### INTRODUÇÃO

A região amazônica apresenta inúmeras espécies frutíferas, dentre elas o açaí, com alto potencial agrônomo, tecnológico, nutricional e econômico. O açaizeiro (*Euterpe oleracea Mart.*) é uma fruteira típica da região Norte do Brasil, de seu fruto, o açaí, é extraída a polpa, a qual viabiliza a fabricação desde bebidas a produtos alimentícios como sorvetes, cremes e geleias em decorrência de suas características organolépticas e atrativa composição

nutricional, que propiciam a oferta de açaí à disposição em tigela e/ou delivery, tornando possível alcançar elevada comercialização de açaí e derivados (1).

A qualidade da polpa do fruto do açaí está ligada às condições da matéria-prima, de acordo com a logística de distribuição e processamento e o tipo de embalagem. No caso do açaí, há muitos problemas para prevalecer no mercado, quando a empresa deve colocar a qualidade como fator principal de seu produto (2).

O fruto do açaí, passa por diversas etapas de manipulação, desde sua colheita até o processamento, podendo neste percurso ser contaminado por perigos físicos, químicos ou microbiológicos (3), portanto, faz-se necessário que ao longo de sua cadeia produtiva, sejam implementadas as Boas Práticas de Fabricação (4).

A implementação das Boas Práticas de Fabricação é uma ferramenta essencial para que todas as realizações em empresas relacionadas à indústria alimentícia sejam de fato excelentes. O manual de boas práticas é um conjunto de normas e procedimentos pertencentes a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 216/2004 (5) onde se disponibilizam as diretrizes que devem ser atendidas pelos manipuladores e outros prestadores de serviços do estabelecimento, com o objetivo de sempre manter a integridade e a qualidade do produto final. Além disso, atua como guia na manutenção e higienização de equipamentos e utensílios presentes; no manejo correto de resíduos produzidos; na supervisão de higiene dos manipuladores; no transporte e armazenamento dos produtos; e na aplicação de documentos como o Procedimento Operacional Padronizado (POP) (6).

A lista de verificação ou *checklist*, é o documento disponível no anexo II da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 275/2002 da ANVISA (7). A lista de verificação é constituída por 164 itens e dividida em 5 blocos, sendo considerada um dos métodos para avaliação das condições higiênicas através da análise por observação de acordo com cada bloco e em comparação das respectivas condições do estabelecimento.

Denomina-se açaiteria todo e qualquer estabelecimento que comercialize a polpa do açaí conforme o Cadastro Nacional das Atividades Econômicas (CNAE) pertencente ao código 5611-2 do registro do Instituto Brasileiro Geográfico (IBGE) (8). A polpa do açaí congelada é comumente servida de forma *self-service* e comercializada através do peso/quilograma juntamente com complementos em mistura de creme ou adicionadas de forma direta sobre o alimento. A praticidade de consumo da polpa de açaí é um dos fatores que contribuem positivamente no mercado alimentício, elevando a economia do país pois trata-se de um alimento de características atrativas com diversas formas de consumo apreciada pela maioria dos consumidores.

Considerando a importância das boas práticas de fabricação a fim de garantir a qualidade higiênico sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos, esse trabalho objetivou avaliar as condições higiênico sanitárias em um estabelecimento comercial de açaí no município de Salgueiro-PE.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado a partir da atividade prática desenvolvida na disciplina de Higiene na Indústria de Alimentos do curso superior de Tecnologia em



Alimentos do Instituto Federal do Sertão Pernambucano. Optou-se através de escolha livre, realizar o trabalho em uma açaiteria localizada no centro da cidade de Salgueiro-PE, em seguida foi feita a aplicação da lista de verificação contida na Resolução RDC nº275/2002 (9).

Para avaliação das condições higiênico-sanitárias do estabelecimento foi solicitada a autorização aos responsáveis. A coleta de dados foi realizada durante uma visita técnica a açaiteria em setembro de 2023, os resultados foram reunidos através de arguições feitas diretamente aos proprietários.

Os padrões comparativos para a avaliação do estabelecimento foram obtidos através da lista de verificação com base na normativa da RDC nº275/2002 da ANVISA. Esta, dispõe do Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados Aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e da lista de verificação. A lista possui no total 164 perguntas, sendo dividido em 5 blocos, que avalia as edificações e instalações, os equipamentos, móveis e utensílios, os manipuladores, a produção e o transporte do alimento e a documentação referente às boas práticas de fabricação (BPF) e aos procedimentos operacionais padronizados (POP).

Realizou-se a inspeção em cada setor do estabelecimento, sendo avaliado e classificado de acordo com a conformidade ou não conformidade em vigor da lista de verificação. Fora assinalando como “sim” (S) para os requisitos que estavam de acordo com a legislação ou “não” (N) para os que não estavam. Em seguida, considerou-se as informações que não se enquadravam com a atividade do estabelecimento como “não se adequa” (NA). Além disso, após analisados, os estabelecimentos são classificados em 3 grupos de acordo com o percentual de conformidade e em regimento da RDC 275, sendo o Grupo I atribuído como (Bom) atinge entre 76-100% de conformidade, Grupo II (Regular) apresenta entre 51-75% de conformidade e Grupo III (Ruim) satisfaz apenas  $\leq 50\%$  de conformidade.

O resultado da avaliação no estabelecimento foi tabulado de acordo com a tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Itens da lista de verificação dividida por blocos com seus respectivos dados de acordo com a observação em visita técnica aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE

Tabela 1. Itens da lista de verificação dividida por blocos.

BLOCOS	QUANT. DE ITENS	QUANT. DE “SIM”	QUANT. DE “NÃO”	QUANT. DE “NÃO SE ADEQUA”
1 - Edificação e Instalações	78	47	14	17
2 - Equipamentos,	21	16	05	-

móveis e utensílios

3 - Manipuladores	14	08	04	02
4 - Produção e transporte do alimento	33	11	02	20
5 - Documentação	18	-	18	-

Fonte: Elaboração própria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

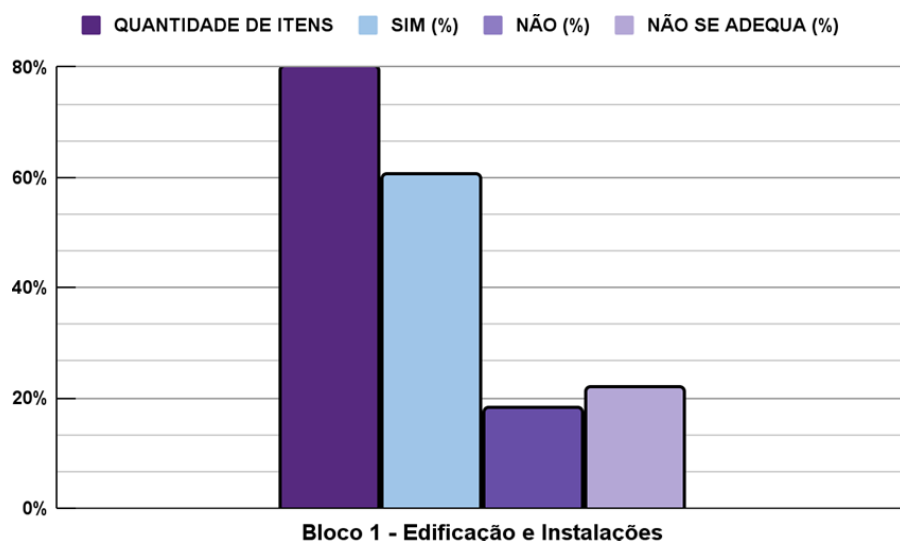
Obteve-se como resultado geral apresentados na Tabela 2 dos 164 itens da lista de verificação 50% representando os 82 itens assinalados com “sim”, 26,2% dos itens assinalados com “não” (n = 43) e 23,78% (n = 39) dos itens foram assinalados com “não se adequa”.

Tabela 2 – Resultados em porcentagem de acordo com os itens da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE

Blocos	Percentual de SIM (%)	Percentual de NÃO (%)	Percentual de NA (Não se adequa) (%)
1- Edificação e Instalações	60,26%	17,95%	21,8%
2- Equipamentos, móveis e utensílios	76,19%	23,81%	0%
3- Manipuladores	57,14%	28,57%	14,3%
4- Produção e transporte do alimento	33,3%	6,06%	60,6%
5- Documentação	0%	100%	0%
Total	45,38	35,28	19,3

O bloco 1 (Figura 1) refere-se as edificações e instalações do estabelecimento, possui no total 78 itens a serem avaliados, desses foi obtido um percentual de 60,26% (n=47) assinalados com “sim” 17,95% (n=14) foram marcados com “não” e 21,8% (n=17) assinalados com “não se adequa”.

Figura 1 – Resultados do bloco edificação e instalação da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE



O maior percentual obtido foi de 60,26% (n=47), observando-se o cumprimento quanto à adoção de teto forrado, piso com material que permite fácil higienização, de cor clara em perfeito estado de conservação, facilitando a visualização das sujidades no momento da higienização do local, com manejo dos resíduos frequentemente coletados, mantidos em local longe da área de produção, armazenado de forma adequada, evitando foco de contaminação de vetores e pragas urbanas, o sistema de abastecimento de água era ligado à rede pública.

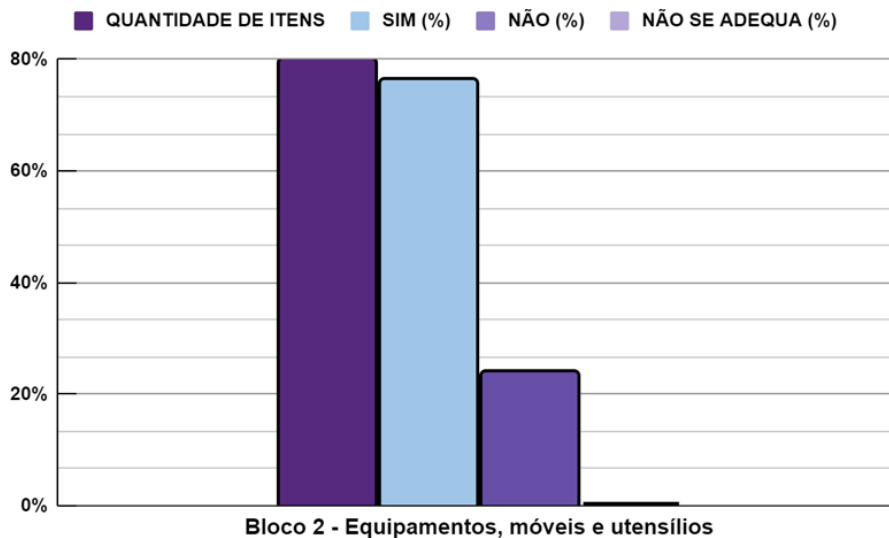
O percentual de não conformidade, representando 17,95 % dos itens, foi relacionado a não existência de um responsável pela higienização das instalações comprovadamente capacitado e serviço terceirizado que comprovasse a higienização dos reservatórios de água.

O bloco 2 (Figura 2) refere-se aos equipamentos, móveis e utensílios do estabelecimento, possui no total 21 itens, desses foram obtidos um percentual de 76,19% (n=16) assinalados com “sim”, 23,81% (n=5) foram marcados com “não” e não foram obtidos itens assinalados com “não se adequa”, dentre as conformidades exigidas.

O percentual de 76,19% (n=16) refere-se aos itens de equipamento e utensílios, com limpeza diária, móveis com material apropriado, resistente e em estado de conservação perfeito, resistente à corrosão, armazenado em local organizado e protegido contra contaminação, com produtos de higienização adequados e regularizado pelo Ministério da Saúde.

Quanto aos 23,81% (n=5) de “não” conformidade, referem-se ao estabelecimento não possuir nenhum registro de higienização dos reservatórios ou a existência de registros que comprovem que os equipamentos e máquinas passam por manutenção.

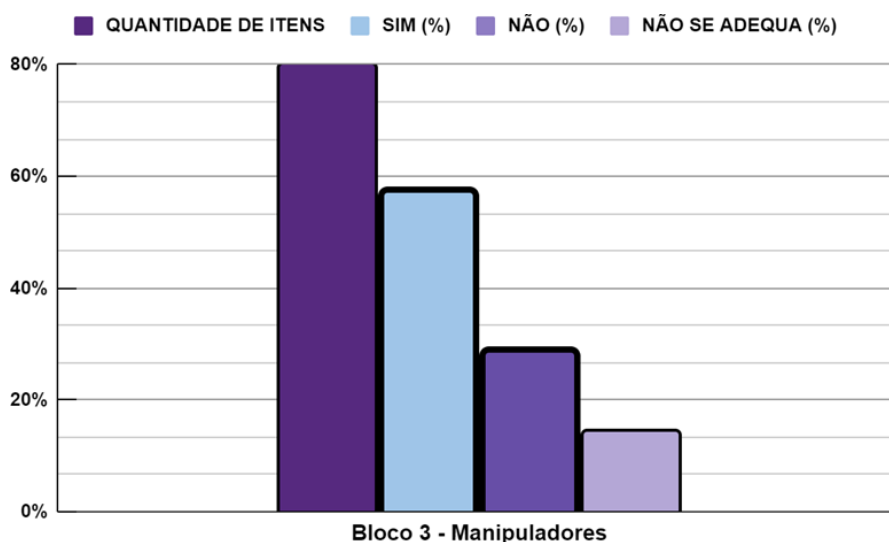
Figura 2 – Resultados do bloco equipamentos, móveis e utensílios da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE



O bloco 3 (Figura 3) refere-se aos manipuladores do estabelecimento, possui no total 14 itens, desses foram obtidos um percentual de 57,14% (n=8) assinalados com “sim”, 28,57% (n=4) foram marcados com “não” e 14,3% (n=2) assinalados com “não se adequa”.

Os itens analisados que representam 57,14% (sim) adequando-se a RDC 275/2002, o estabelecimento apresenta vestuário com roupas claras, asseio pessoal, boa apresentação, com lavagem de mãos correta antes da manipulação do alimento. Além disso, o funcionário que manipula o alimento não tem acesso a outras áreas como por exemplo ao caixa, evitando contaminação na área de preparo.

Figura 3 – Resultados do bloco manipuladores da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE



Apesar da boa apresentação dos funcionários e manipuladores, 28,57% (n=4) foram assinalados com “não” pois não haviam programas de capacitação adequados relacionados à higiene pessoal dos manipuladores de alimentos e existência de supervisor

comprovadamente capacitado.

O bloco 4 (Figura 4) refere-se a produção e ao transporte do alimento no estabelecimento, possui no total 33 itens, desses foram obtidos um percentual de 33,3% (n=11) assinalados com “sim”, 6,06% (n=2) foram marcados com “não” e 60,6% assinalados com “não se adequa”.

Neste item 33,3% (n=11) assinalados com “sim” revela que a operação de recepção da matéria-prima é realizada em local protegido e distante da área de processamento, todos os materiais que chegam ao estabelecimento são inspecionados na recepção e logo em seguida são armazenados em local adequado e organizado, respeitando a ordem de entrada dos mesmos.

Quanto aos 6,06% (n=2) dos itens assinalados com “não” observa-se que havia a existência de planilha de controle na recepção, sobre temperatura, condições do transporte da matéria-prima.

Figura 4 – Resultados do bloco produção e transporte do alimento da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE

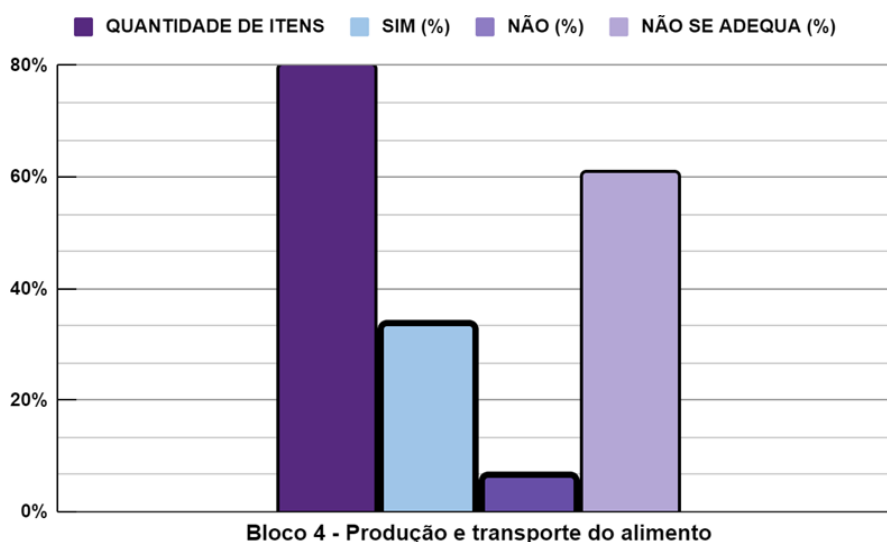
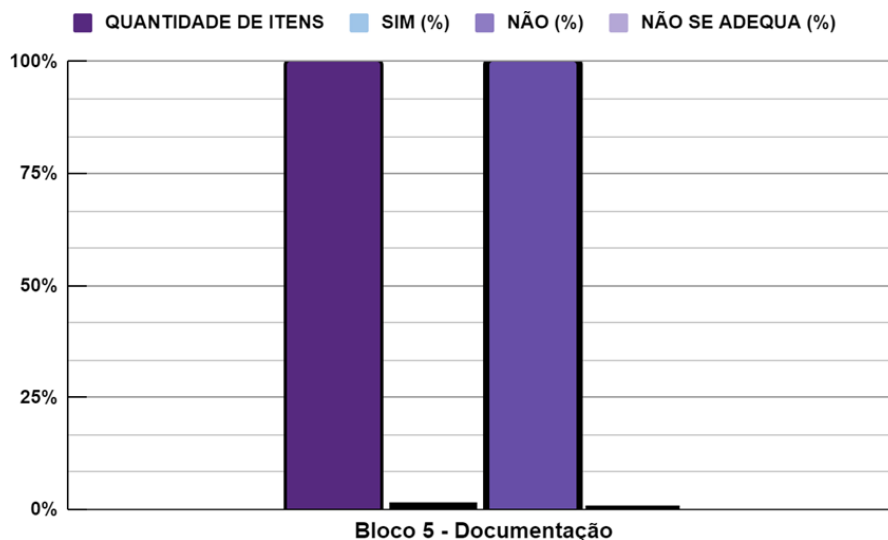


Figura 4. Resultados do bloco produção e transporte do alimento da Lista de Verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE

O bloco 5 (Figura 5) refere-se a documentação do estabelecimento, possui no total 18 itens, desses não foram obtidos itens assinalados com “sim”, os resultados revelam que 100% dos itens foram marcados com “não”.

Figura 5 – Resultados do bloco de documentação da lista de verificação da RDC 275/2002 aplicada a uma açaiteria do município de Salgueiro-PE



O estabelecimento obteve um percentual de 100% em "não", onde nenhuma documentação foi comprovada. Outros estudos também verificaram o mesmo perfil em análises de verificação de boas práticas de fabricação em Unidades Produtoras de Refeições de Bacabal – MA (10).

O percentual médio de atendimento da açaiteria ao checklist foi de 45,38%, um resultado abaixo ao de outros estudos em diferentes regiões do país. Em Porto Alegre-RS, um estudo avaliando a efetividade das medidas higiênico-sanitárias em 15 serviços de alimentação coletiva obteve uma média percentual de adequação de 60,5% (11), outro avaliando a adequação às Boas Práticas de uma lanchonete em Januária-MG, classificou a mesma como “regular” com 60,06% de adequação (12) os resultados revelam a falta de atenção das políticas públicas e órgãos reguladores em relação a vigilância sanitária dos estabelecimentos.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que, diante da avaliação do estabelecimento, o percentual de conformidades correspondeu a um percentual de  $\leq 50\%$  dos resultados totais em relação aos 164 itens da lista de verificação, resultando em uma classificação regular em comparação aos estudos em outros estabelecimentos.

A partir da avaliação e implementação das boas práticas de fabricação na açaiteria foi possível identificar os pontos críticos no estabelecimento devido ao não atendimento das documentações referentes ao bloco 5 “Documentações” e indiligência dos órgãos reguladores da cidade de Salgueiro-PE.

Por fim, destaca-se a importância do desenvolvimento de programas e atividades de conscientização das boas práticas voltadas para os funcionários e manipuladores, pois o manejo incorreto pode acarretar o desenvolvimento de inúmeras doenças. Devido a



necessidade e a responsabilidade de garantir um alimento seguro para os consumidores recai sobre os órgãos reguladores, que devem fiscalizar e capacitar esses trabalhadores para garantir aos consumidores um alimento seguro.

## REFERÊNCIAS

1. BARCELOS, IB et al. Qualidade microbiológica de polpas de açaí comercializadas no município de Ji-Paraná, Rondônia. *Uniciências*, 2017; 21: 21-24.
2. COHEN OK, MATTA MV, FURTADO LAA, MEDEIROS LN, CHISTÉ RC. Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-pa. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 2011; 5: 524-530.
3. ROGEZ H, AKWIE SNT, MOURA FG, LARONDELLE Y. Kinetic modeling of anthocyanin degradation and microorganism growth during postharvest storage of açai fruits (*Euterpe oleracea*). *Journal of Food Science*, 2012; 24: 796–800.
4. GODOI PAS, PIECHNIK CA, OLIVEIRA AC, SFEIR MZ, SOUZA EM, ROGEZ H, SOCCOL VT. PCR for the detection of foodborne *Trypanosoma cruzi*. *Parasitology International*, 2017; 66: 180-188.
5. BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 216 de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. *Diário Oficial da União*. Brasília, p. 1-14, 16 set 2004. Disponível em: <https://www.saude.al.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/RDC-Nº-216-ANVISA-Agência-Nacional-de-Vigilância-Sanitária.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021
6. TRÄSEL, K. Implantação de boas práticas de fabricação em empresa de chocolates artesanais em Arroio do Meio – RS [Trabalho de Conclusão de Curso Técnico]. Lajeado: Centro Universitário Univates; 2014.
7. BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados e aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. *Diário Oficial da União*. Brasília, p. 55-58, 6 nov. 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-275-de-21-de-outubro-de-2002.pdf/view>.
8. CNAE disponível em : Disponível em <http://www.cnae.ibge.gov.br/> IBGE Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online->

<cnae.html?view=classe&tipo=cnae&versao=10&classe=56112>.  
Acesso em: 26 de dezembro de 2023.

9. Brasil, Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.
10. ROCHA TSda, MESQUITA M de SS. Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Unidades Produtoras de Refeições de Bacabal-MA. *Conjecturas*, 2022; 22: 69-80.
11. BOFF JM, STRASBURG VJ. Avaliação da efetividade de boas práticas em Serviços de Alimentação Coletiva em uma capital brasileira. *Revista Saúde (Santa Maria)*, 2018; 44: 1-9.
12. SANTOS VMD, FERREIRA LC. Avaliação das condições higiênicas sanitárias de lanchonete na cidade de Januária –MG. *Revista Higiene Alimentar*, 2016; 30: 0101-9171.

## MANIPULAÇÃO DE ALIMENTOS: ALIMENTAÇÃO SEGURA DIANTE DA PANDEMIA DE COVID-19

**Ediane Joventina da Silva<sup>\*1</sup>**; **Emylli Gomes Rangel Rolim<sup>1</sup>**; **Luciana Façanha Marques<sup>2</sup>**; **Marília Patrício Alves<sup>2</sup>**; **Camilla Salviano Bezerra Aragão<sup>2</sup>**; **Janaine Juliana Vieira de Almeida Mendes<sup>2</sup>**; **José Honório Pereira Lopes Neto<sup>3</sup>**

\*Ediane Joventina da Silva – *Email: ediane.silva1@aluno.ifsertao-pe.edu.br*

<sup>1</sup>Discente do curso de Tecnologia em alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <ediane.silva1@aluno.ifsertao-pe.edu.br>

<emylli.gomes@aluno.ifsertao-pe.edu.br>

<sup>2</sup>Docente do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <luciana.marques@ifsertao-pe.edu.br>, <marilia.patricio@ifsertao-pe.edu.br>, <camilla.salviano@ifsertao-pe.edu.br>, <janaine.vieira@ifsertao-pe.edu.br>

<sup>3</sup>Técnico de laboratório do curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Salgueiro, Brasil. <jose.honorio@ifsertao-pe.edu.br>

### RESUMO

O abastecimento de alimentos saudáveis e seguros para o homem é um dos objetivos da tecnologia em alimentos, o que não se difere do ambiente escolar. Com o surgimento da pandemia de COVID-19, encara-se uma preocupação ainda maior em relação à manipulação dos alimentos e a prevenção de possíveis contaminações. Objetivou-se com este trabalho proporcionar capacitação aos manipuladores de alimentos de escolas do município de Aurora-CE. Foram disponibilizados formulários aos manipuladores para assim analisar os conhecimentos básicos na área de manipulação de alimentos, bem como avaliar a frequência com que eles passam por qualificação. Com essas etapas foi possível desenvolver um curso de capacitação em boas práticas de manipulação. Verificou-se que 100% dos manipuladores eram mulheres, 59% com idade entre 40 e 49 anos, 70% com ensino médio completo, 81% costumam participar de qualificação na área de boas práticas pelo menos uma vez por ano, e, em relação à função dos colaboradores no setor escolar, 58% revelaram ser auxiliares de serviços gerais e 42% merendeiras. 42% das questões sobre os conhecimentos básicos na área de alimentos foram assinaladas de forma incorreta, pois a questão de número 13, a qual aborda a necessidade de desinfecção dos alimentos servidos crus apresentou 80% de erros. Portanto, a formação dos manipuladores de alimentos é uma ferramenta indispensável, a qual deve ocorrer em maior frequência, haja vista que treinamentos anuais, como a maioria (81%) relatou realizar, não são suficientes para manutenção do conhecimento na área.

**Palavras-chave:** manipuladores; contaminação; alimentos; pandemia; capacitação

## INTRODUÇÃO

A garantia do abastecimento de alimentos nutritivos e saudáveis para o homem é um dos principais objetivos da tecnologia em alimentos (1). Dessa forma, se faz necessário o controle dos agentes deteriorantes para aumentar o prazo de vida comercial dos alimentos, permitindo que o alimento permaneça em estado nutritivo e saudável, o que em conjunto com as normas corretas de preparo, garante segurança ao consumidor.

A alimentação reflete diretamente na qualidade de vida do ser humano, de acordo com Vallandro (2) crianças bem alimentadas apresentam melhores níveis de atenção e concentração, e a merenda escolar tem um papel fundamental nesse aspecto, uma vez que é na escola que se passa grande parte da vida. Neste sentido, levando em conta que a escola visa oferecer aos alunos alimentos saudáveis e seguros, deve-se dar a devida importância à maneira com que tais alimentos são preparados, para minimização e eliminação de contaminações que podem vir a ocorrer sem a correta higiene.

O manipulador de alimentos desempenha papel fundamental na redução de riscos de contaminação durante o preparo de alimentos. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 216 de 15 de setembro de (3) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas a serem aplicadas em todos os serviços de alimentação, o manipulador de alimentos é definido como qualquer pessoa que entra em contato direto ou indireto com o alimento (4).

Os cuidados que os manipuladores de alimentos devem possuir com a higiene pessoal são fundamentais para a produção de alimentos seguros. Não observar tais aspectos durante a manipulação pode contribuir para que os manipuladores sejam considerados fatores de risco para a ocorrência de surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA).

Referindo-se a segurança e qualidade deve-se respeitar as normas em todas as etapas de produção, desde a matéria-prima até o produto final e as condições higiênico-sanitárias, uma vez que ocorrendo uma falha em qualquer um dos processos a qualidade do alimento poderá estar comprometido. Dentre os processos, é possível citar: falhas na escolha de produtos, na técnica de preparo e manipulação inadequada, má utilização da temperatura de preparo e conservação dos alimentos, contaminação cruzada, falta de higiene pessoal, limpeza inadequada dos equipamentos e utensílios e contato de manipuladores infectados com o alimento pronto para consumo (5).

Grande parte dos surtos de DTA é causada por falhas no processo produtivo. Diante disso pode-se perceber a importância da implementação das boas práticas de manipulação (BPM), que representam um conjunto de princípios e regras para o correto manuseio de alimentos, pois somente assim é possível garantir a integridade dos alimentos e a saúde de quem vai os consumir (6).

Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam que anualmente 600 milhões de pessoas adoecem e 420 mil morrem no mundo por conta da ingestão de alimentos contaminados (7). Mesmo diante de dados tão expressivos muitas pessoas ainda desconhecem que os hábitos inadequados podem ser os responsáveis pela grande maioria dos surtos de DTA. Isso se dá devido à precariedade de informações disponíveis sobre o tema. É importante lembrar que se trata de doenças evitáveis, por isso é relevante estar sempre atento as questões sanitárias importantes à segurança dos alimentos.

Com o surgimento da pandemia de COVID-19, encarou-se uma preocupação ainda maior em relação a manipulação dos alimentos e a prevenção de possíveis contaminações.

Com o desenvolvimento de vacinas, estudou-se a possibilidade do retorno das atividades escolares presenciais. Evidentemente todos os cuidados sanitários necessários precisam ser tomados para minimizar o risco de transmissão do vírus na comunidade escolar. Certamente, conhecer as formas de prevenção, transmissão, assim como os sintomas da COVID-19 é fundamental para ajudar no combate da doença.

Diante disso, torna-se imprescindível o conhecimento sobre a magnitude do problema de contaminação alimentar no Brasil e a capacitação é uma etapa importante a ser concluída, principalmente com o surgimento do Coronavírus e a situação de pandemia, na qual os cuidados devem ser redobrados. A capacitação serve de norte para os manipuladores de alimentos para a prática de técnicas adequadas, possibilitando a conscientização, conhecimento e aplicação das medidas preventivas, que são as principais ferramentas usadas para garantir a qualidade higiênico-sanitária e evitar possíveis contaminações (8).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi realizado no município de Aurora-CE, com público-alvo constituído por manipuladores de alimentos de ambiente escolar.

Aurora disponibiliza 19 estabelecimentos de ensino, 17 de ensino fundamental e 2 de ensino médio e a taxa de escolarização de 6 a 14 anos de idade é de 97,9%.

Através de pesquisas sobre o município foi possível identificar a necessidade de realizar um curso de capacitação – principalmente por conta da situação de pandemia - para os manipuladores da região, trabalhadores vinculados a prefeitura do município, como merendeiras e participantes de projetos voltados a alimentação, de modo que possam aperfeiçoar o controle sobre as condições necessárias de higiene-sanitária durante e após a pandemia de COVID-19. Destaca-se que não foram encontrados estudos anteriores sobre a importância das condições higiênico-sanitárias e segurança dos alimentos na produção de refeições nos estabelecimentos de ensino do município.

No primeiro momento foi realizada uma reunião com a secretaria de saúde da prefeitura, onde foi possível esclarecer as necessidades do município, logo depois houve o planejamento das ações a serem executadas. A participação no curso de capacitação foi voluntária e todos os manipuladores foram previamente esclarecidos das atividades.

Os materiais utilizados foram elaborados baseados em pesquisas na literatura científica sobre os principais temas retratados. Foi disponibilizado aos participantes um questionário por meio do qual foi possível avaliar o conhecimento em relação as práticas de manipulação de alimentos dos manipuladores de escolas do município de Aurora. O questionário apresentou 28 questões com as 5 primeiras perguntas de caráter pessoal e 23 questões sobre as noções básicas relacionadas a armazenamento, contaminação, DTA, e referentes aos hábitos, principalmente de higiene, necessários em todas as etapas do processo de manipulação. O questionário foi criado através do *Googleforms* e disponibilizado através de um link, enviado aos manipuladores de alimentos, que puderam responder online.

O treinamento foi realizado através de aula dialogada, com auxílio de slides e vídeos, e questionamentos dinâmicos aos participantes, testando seus conhecimentos. Os manipuladores puderam responder quais os comportamentos corretos e quais os incorretos no ambiente de manipulação e preparo dos alimentos, bem como expor suas opiniões, questionamentos e obtiveram informações relevantes sobre os temas abordados durante o curso.

O curso foi dividido em 7 módulos, o módulo 1, que teve como título “alimentação escolar”, abordou o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e os responsáveis pela merenda escolar. Já o módulo 2, “as contaminações dos alimentos”, abordou o conceito de contaminação e os possíveis danos físicos, químicos e biológicos que afetam a saúde, as DTA e o que pode ser caracterizado como alimento seguro. Módulo 3: “Micro-organismos”, mostrou quais as condições necessárias para que os micro-organismos cheguem e se multipliquem nos alimentos, assim como esporos e toxinas. O módulo 4: Intitulado como “Pandemia de COVID-19” retratou todos os cuidados que devem ser tomados diante da pandemia, com o retorno dos trabalhadores ao ambiente escolar. No módulo 5: “Ambiente de manipulação”, mostrou de que maneira o ambiente de trabalho, os utensílios e as pessoas podem se tornar fontes de contaminação e as estratégias e técnicas para se evitar a contaminação dos alimentos oriundas do ambiente de trabalho dos utensílios e das pessoas. O módulo 6: “Boas práticas para a conservação dos alimentos”, foram abordadas técnicas e estratégias usadas para se evitar a contaminação dos alimentos durante o armazenamento. E o módulo 7 teve como tema “Cuidados com a água e destinação do lixo”, e abordagem a respeito de como evitar contaminações por meio da água e do lixo. Por fim foram distribuídos encartes informativos sobre os principais temas abordados no curso para melhor fixação do conteúdo.

Os comportamentos assumidos durante a manipulação dos alimentos, bem como a higiene pessoal, foram devidamente abordados na capacitação.

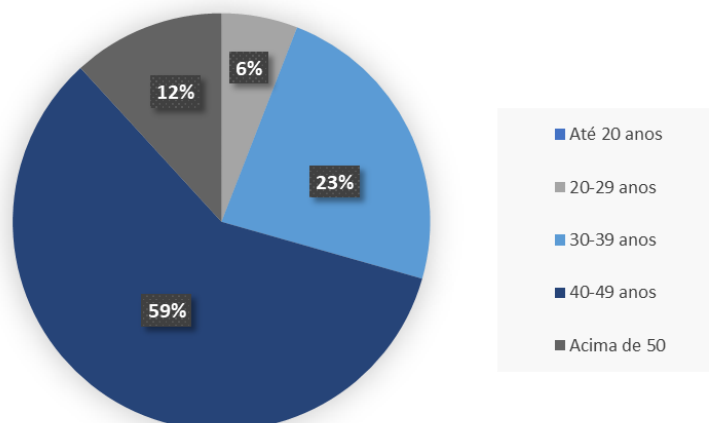
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através do formulário disponibilizado foi possível avaliar o nível de conhecimento básico dos manipuladores de alimentos e a necessidade de aperfeiçoamento através da qualificação. Foram enviados formulários para 35 colaboradores, dos quais 17 preencheram o mesmo. As Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 ilustram os resultados sobre as cinco perguntas de caráter pessoal respondidas pelos colaboradores do setor escolar.

Na Figura 1, de acordo com os resultados obtidos a partir do formulário em relação a idade, 59% dos colaboradores têm idade entre 40 e 49 anos, 23% têm idade entre 30 e 39 anos, 12 % têm idade acima de 50 anos e apenas 6% apresentam idade entre 20 e 29 anos.

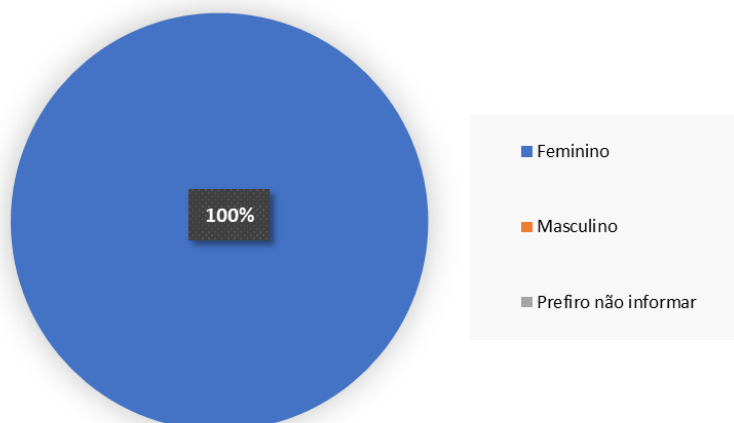
Figura 1 – Idade dos colaboradores





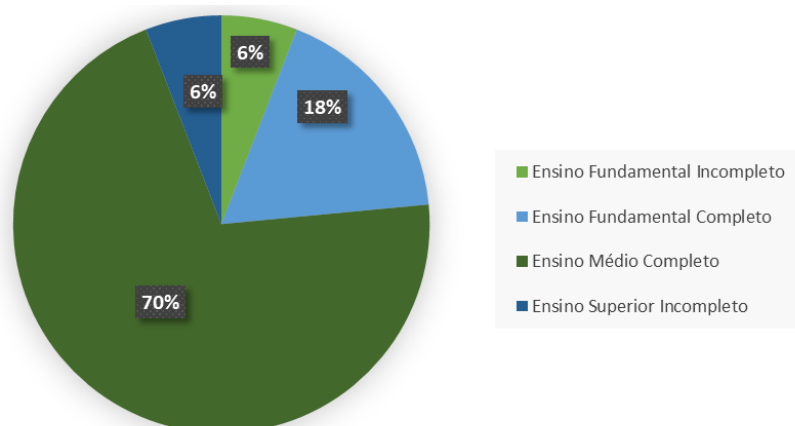
Através da Figura 2 é possível observar que todos os colaboradores que responderam o formulário, são do gênero feminino.

Figura 2 – Gênero dos colaboradores



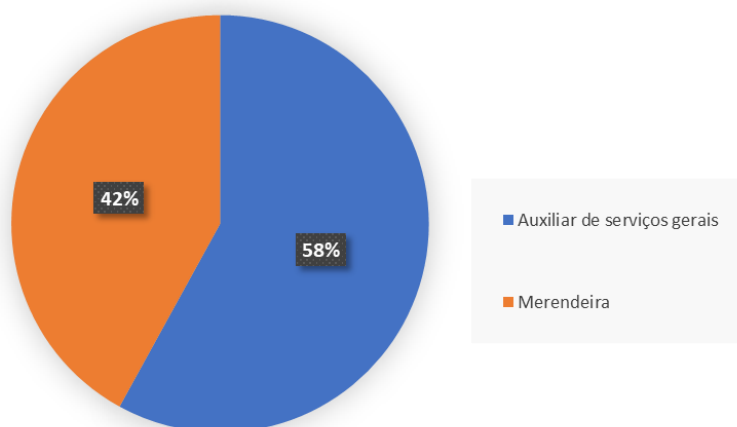
De todos os colaboradores que responderam o formulário, no quesito escolaridade (Figura 3), 70% afirmaram ter ensino médio completo, 18% ensino fundamental completo, e 6% ensino superior incompleto como também não concluíram o ensino fundamental.

Figura 3 – Nível de escolaridade dos colaboradores



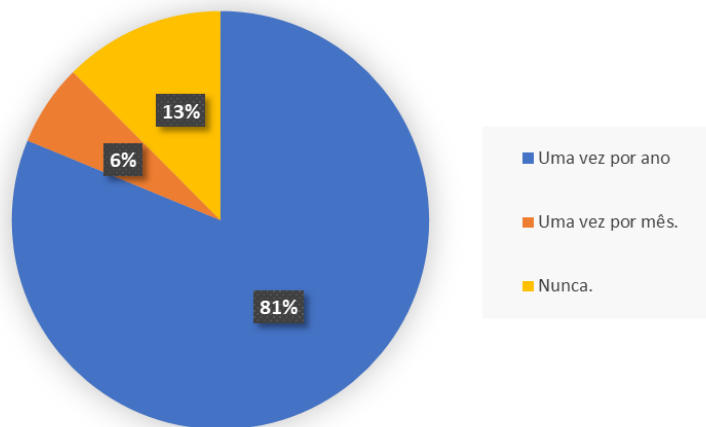
A Figura 4 mostra a função dos colaboradores, sendo 58% dos colaboradores auxiliares de serviços gerais, trabalhando tanto na cozinha escolar como também na parte de limpeza do ambiente e 42% merendeiras.

Figura 4 – Função dos colaboradores



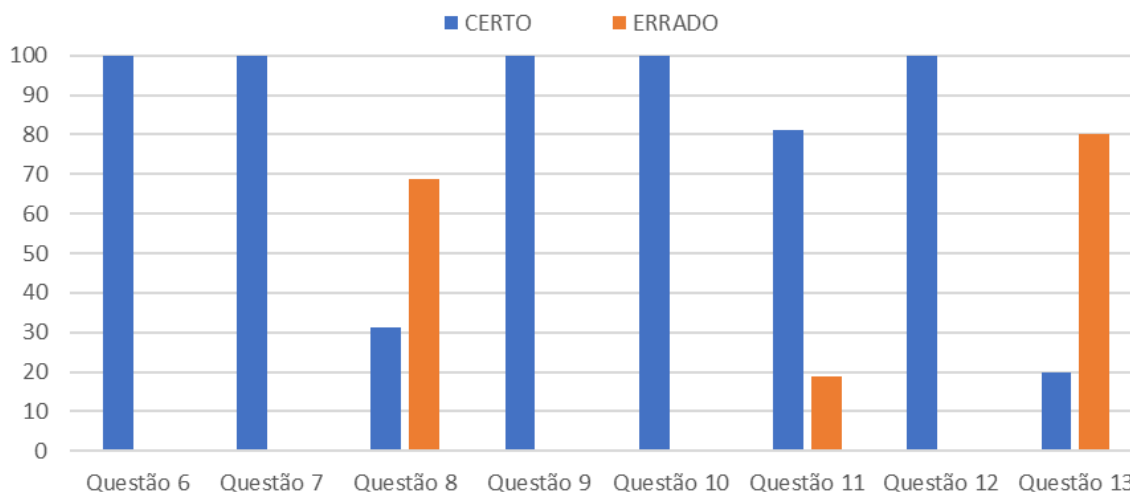
Ao perguntar a frequência com que os profissionais participavam de qualificação, foi obtido os seguintes resultados (Figura 5): 81% assinalaram que participam de treinamento/qualificação pelo menos uma vez por ano, que é o indicado, 13% nunca participaram de nenhum tipo de qualificação e 6% assinalaram que participam uma vez por mês. Essas pessoas trabalham em uma função que está diretamente ligada a saúde de alunos e demais colaboradores do ambiente escolar, por isso é importante o processo de treinamento. Devido ao contato direto com o alimento, os manipuladores favorecem a contaminação alimentar, por isso torna-se essencial a qualificação para garantir a qualidade dos alimentos produzidos.

Figura 5 – Frequência com que os colaboradores participam de qualificação/treinamento



Os resultados apresentados nas Figuras 6, 7 e 8 são referentes aos conhecimentos básicos dos trabalhadores da área de alimentos.

Figura 6 – Porcentagem de acertos e erros das questões de 6 a 13 apresentadas no formulário



As questões de número 6, 7, 9, 10 e 12 na Figura 6, apresentaram acertos em 100% das respostas. Já a questão de número 8, que aborda o processo de lavagem das frutas, verduras e legumes, 68,8% dos participantes responderam de forma incorreta, concluindo que grande parte desconhece o fato de que não é correto o uso de detergentes na lavagem, uma vez que pode causar contaminação química no alimento, sendo que a maneira indicada é a lavagem apenas com água corrente para retirar sujidades e realizar o processo de higienização com água sanitária diluída em água, pois só assim é reduzida a contaminação por micro-organismos para um nível aceitável e o risco de doenças e intoxicações decai

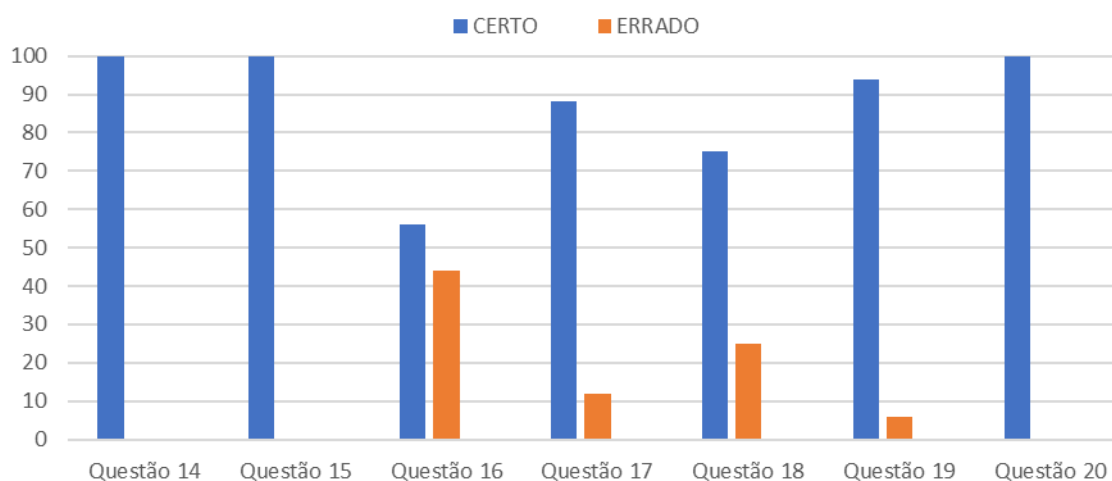
consideravelmente. Segundo bibliografia (9) é relatado que apesar de existirem outros métodos de sanitização, o cloro, água clorada e água sanitária comercial, dentre outros derivados, são os sanitizantes mais utilizados em vegetais.

A questão de número 11, que abordou hábitos de higiene, apresentou acertos em 82,4% dos casos. Autores (10) sugerem que a capacitação dos manipuladores, como ação para otimização das práticas de higiene pessoal na produção dos alimentos, evita ou reduz falhas. Assim, o resultado obtido favorece no que tange ao conhecimento a respeito desta importância.

A questão de número 13, sobre a necessidade de sanitização de alimentos servidos frios (vegetais crus), apresentou erros mais elevados, uma vez que 80% dos colaboradores que participaram da pesquisa assinalaram de forma incorreta. Diante de tais resultados, foi possível observar que há carência de conhecimento em relação aos métodos adequados de higienização destes insumos através do uso de cloro e seus derivados. Em outro estudo, a respeito do conhecimento acerca da eficiência dos métodos de lavagem e desinfecção de alface (11) os autores registraram resultados relevantes e que corroboram com os do presente estudo, onde 56,3% relataram desconhecer a forma correta de lavagem e desinfecção. Em tempo, os autores (11) destacaram que o ato de lavar apenas com água não comunica segurança microbiológica ao vegetal, como também salientaram a importância do esclarecimento sobre a forma de quadra e correta para realização da sanitização.

Além disso, no que diz respeito à COVID-19, sabe-se que não registros de estudos que afirmem que o contato do portador do vírus pode permitir a contaminação na superfície do alimento. Porém, cuidados com higiene pessoal e sanitização adequada dos alimentos conferem segurança microbiológica, como citado anteriormente e conseqüentemente, pode permitir a eliminação do vírus Sars-Cov-2 (12).

Figura 7 – Porcentagem de acertos e erros das questões de 14 a 20 apresentadas no formulário



As questões de número 14, 15 e 20 apresentadas no Figura 7 foram assinaladas de forma correta por todos que preencheram o formulário. A questão de número 16 referente ao efeito nos micro-organismos patógenos quando o alimento passa pelo processo de congelamento foi assinalada de forma correta em 56% de casos, ou seja, parte dos

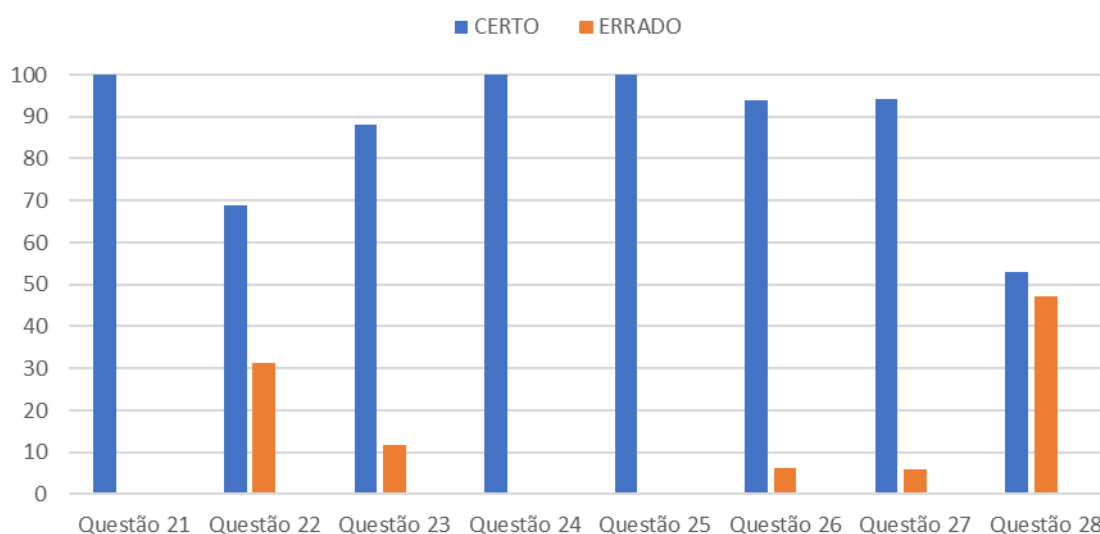
participantes (44%) acredita que o processo de congelamento elimina os micro-organismos patógenos, o que não é verdade, pois quando se coloca um alimento no congelador (abaixo de  $-18^{\circ}\text{C}$ ) os micro-organismos sofrem interrupção da sua multiplicação, mas não são eliminados.

Na questão de número 17, que aborda a necessidade de lavar as mãos ao tossir ou espirrar, houve acertos em 88% das respostas, ou seja, 12% dessas pessoas acreditam que só é necessário lavar as mãos, após espirrar ou tossir, se você for manusear os alimentos, o que está errado, principalmente diante de uma pandemia da COVID-19, que um espirro pode contaminar várias pessoas. Por tanto é uma questão que deve ser bastante frisada no momento da qualificação.

A questão de número 18, referente à limpeza do ambiente de trabalho, apresentou acertos em 75% das respostas, esse é um tema de notória importância, pois não é suficiente apenas cuidar da higiene do alimento e do manipulador e ser insuficiente na limpeza do ambiente de trabalho. Na questão 19 do formulário, referente a limpeza de utensílios, 94% responderam de forma correta, de fato é um processo necessário, uma vez que higienizar corretamente todos os utensílios usados na cozinha previne contaminações.

Na Figura 8 é possível observar que as questões de número 21, 24 e 25, apresentaram acertos em 100% entre os manipuladores. Por outro lado, obteve-se 68,8% de respostas corretas na questão 22, sobre o tempo adequado de uso da solução clorada em vegetais, mesmo percentual atingido para o questionamento sobre saber que o uso de detergente pode causar contaminação química (Figura 6). Ou seja, aqueles que sabem que a forma adequada para sanitização de vegetais não é pelo uso de detergentes, mas sim pelo uso do cloro e seus derivados, também tem conhecimento acerca do tempo de sanitização. Este resultado pontua possíveis falhas que treinamentos e capacitações frequentes podem sanar, uma vez que esta é uma etapa crucial e precisa ser feita de forma correta com o objetivo de eliminar os micro-organismos.

Figura 8 – Porcentagem de acertos e erros das questões de 21 a 28 apresentadas no formulário



Na questão de número 23, sobre riscos de contaminação por mofo, obteve-se 88,2%

de acertos, tal conhecimento tem relevância, pois quando um alimento tem marcas de mofo em uma parte, todo o restante pode estar contaminado e assim causar sérios problemas de saúde para quem o ingerir.

As questões 26 e 27 obtiveram resultados aproximados, a primeira com 93,8% de acertos retratando a forma correta de preparo da solução sanitizante, e a segunda com 94,1% das respostas corretas, abordando a forma correta de armazenamento de alimentos na geladeira. Já a questão 28, sobre o uso correto do uniforme, apresentou uma porcentagem de 52,9% de respostas corretas, tendo o conhecimento de que o uso do uniforme deve respeitar as leis vigentes de higiene, como determina o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação da Anvisa: “os manipuladores devem ter asseio pessoal, apresentando-se com uniformes compatíveis à atividade, conservados e limpos.” (3).

## CONCLUSÕES

Concluiu-se no presente trabalho, diante de todo referencial teórico e resultados obtidos, que as falhas no processo de manipulação, como a falta de boas práticas de manipulação, são as principais causas de contaminações alimentares, causando DTA e surtos, que ameaçam a vida humana. De encontro com esses dados, destaca-se a importância da manutenção desses conhecimentos e capacitações na área de alimentos, principalmente diante dos riscos da pandemia da COVID-19.

A formação dos manipuladores de alimentos se mostra indispensável, pois com conhecimento e preparo adequados, é possível alcançar alimentos mais seguros. Além disso, o processo de conhecimento dos hábitos e falhas dos manipuladores ajuda com que a qualificação se torne mais eficiente e voltada às principais carências do público-alvo, como pode ser apontada. Explorada baseado no formulário aplicado aos manipuladores participantes do presente estudo. Por fim, os cuidados devem ser tomados, pois desta forma será possível minimizar a ação dos micro-organismos e incluído a esse grupo, dos vírus, dentre eles o Sars-CoV-2, responsável pela pandemia da COVID-19.

## REFERÊNCIAS

1. Ordóñez JA, Cambero MI, Fernández L, García ML, García De Fernando G, de la Hoz L, y Selgas MD. 1998. Tecnología de los Alimentos. Componentes de los alimentos y procesos. Vol. I. Síntesis. Madrid.
2. Vallandro JP. Alimentação saudável começa na escola [Internet]. 2019 [acesso em 2023 Dez 4]. Disponível em: <https://www.sesc.com.br/portal/noticias/saude/alimentacao+saudavel+comeca+na+escola>.
3. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216 de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação.



4. Lucca A, Torres EA. Condições de higiene de “cachorro-quente” comercializado em vias públicas [Internet]. 2002 [acesso em 2023 Dez 4]. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/rsp/2002.v36n3/350-352/pt>.
5. Ferreira JO, Muraro M, Wolpes LA. A importância das condições higiênicas sanitárias na produção de alimentos [Internet]. 2005 [acesso em 2023 Dez 4]. Disponível em: <http://www.unibem.br/cursos/nutricao/Kath/8.doc>.
6. Garcia DM, Bassinello PZ. Treinamento em Boas Práticas para manipuladores de alimentos. Embrapa. 2007.
7. Ninomiya VY. Intoxicação alimentar: saiba o que é e como evitar. Blog da saúde [Internet]. 2020 [acesso em 2023 Dez 4]. Disponível em: [http://blog.saude.mg.gov.br/2020/12/22/intoxicacao\\_alimentar/](http://blog.saude.mg.gov.br/2020/12/22/intoxicacao_alimentar/).
8. Pontes BP, Amaral JS, Michetti LR, Luques CB, Corrêa FF. Boas práticas de produção e a percepção do manipulador em relação ao COVID-19 em uma unidade de alimentação e nutrição militar no município de São Paulo. São Paulo, 2020.
9. Monteiro ER, Tiecher A. Sanitização de frutas e hortaliças: uma revisão [Internet]. 2022 [acesso em 2024 Fev 16]. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/wp-content/uploads/2022/10/artigo-ha-sanitizacao-de-frutas-e-hortalicas-uma-revisao-1.pdf>.
10. Medeiros MG, Carvalho LR, Franco RM. Percepção sobre a higiene dos manipuladores de alimentos e perfil microbiológico em restaurante universitário [Internet]. 2017 [acesso em 2024 Fev 16]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/QqxJ8QxnZfq7j3CtfNT3dxD/#>.
11. Rossi EM, Guzela RR, Kochhann M, Menezes LK, Honorato JF. Conhecimento dos consumidores e eficiência dos métodos de lavagem e desinfecção de alface (*Lactuca sativa*) comercializado em supermercados em uma cidade [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Fev 16]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/BbWR6mpVFVdQD4mpb4Ry8JG/?lang=pt#>.
12. Franco BD, Landgraf M, Pinto UM, . Alimentos, Sara-CoV-2 e Covid-19: contato possível, transmissão improvável [Internet]. 2020 [acesso em 2024 Fev 16]. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/xrnbjQVwPy6M4bFDK4NvkTM/#>.

## USO DE JAMBOLÃO NA ELABORAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS DE ALGINATO PARA APLICAÇÕES EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS

Aldo da Silva Farias\*<sup>ID</sup>; Pablo Daniel Sena Silva<sup>ID</sup>; Liandra Silva Vale<sup>ID</sup>; Eshylley Braenne Santos Santos<sup>ID</sup>; Louryval Coelho Paixão<sup>ID</sup>; Djavania Azevedo Da Luz Silva<sup>ID</sup>; Audirene Amorim Santana<sup>ID</sup>

\*Email: [aldo.farias@discente.ufma.br](mailto:aldo.farias@discente.ufma.br)

**Resumo:** A indústria alimentícia é responsável pela produção de embalagens plásticas, feitas a partir de polietileno, uma matéria-prima derivada do petróleo. No entanto, a natureza não renovável deste polímero representa um desafio ambiental significativo, devido à sua lenta degradabilidade. Diante desse cenário, surge a necessidade de explorar materiais alternativos que sejam biocompatíveis e renováveis. Neste contexto, o presente estudo focaliza o desenvolvimento de biopolímeros a partir do jambolão, uma fruta abundantemente encontrada e popular no território maranhense, o que resulta em custos reduzidos de matéria-prima. O estudo descreve os métodos utilizados para o processamento do fruto e a confecção dos biopolímeros, em diferentes proporções de jambolão para alginato (1:8, 1:10, 2:8 e 2:10). Além disso, são aplicadas diversas técnicas de análise, incluindo análises físico-químicas, mecânicas, determinação das propriedades antioxidantes pelo método de eliminação do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil e a identificação de grupos funcionais por meio da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier. Os resultados revelaram que todos os biopolímeros produzidos exibiram alta atividade antioxidante, enquanto a espectroscopia confirmou a coesão molecular, fundamental para a estabilidade dos filmes biopoliméricos. Destaca-se que a proporção 1:10 demonstrou a maior resistência mecânica e alongamento, além de apresentar menor permeabilidade. Os resultados alcançados por este estudo abrem novas perspectivas para a aplicação dos biopolímeros em uma variedade de setores, especialmente na indústria de embalagens, promovendo oportunidades econômicas e sustentáveis.

**Palavras-chave:** ALGINATO; BIOPOLÍMERO; EMBALAGEM; JAMBOLÃO; SUSTENTABILIDADE

## INTRODUÇÃO

A expansão de estudos no campo dos biopolímeros é de vital importância para o avanço das indústrias alimentícias, químicas e farmacêuticas (1)(2)(3). No âmbito da indústria alimentícia, os materiais biodegradáveis têm potencial para uma ampla gama de aplicações. Esses materiais são de grande relevância devido às suas propriedades intrínsecas. Eles podem atuar como barreiras de vapor, elevar as propriedades mecânicas e térmicas, contribuindo para a estabilidade microbiológica e para a manutenção das propriedades físico-químicas e bioquímicas dos alimentos. Além disso, são isentos de compostos tóxicos, empregam tecnologias de fácil acesso, não geram poluição e apresentam baixo custo (4).

O jambolão (*Syzygium cumini*), pertencente à família *Myrtaceae*, é conhecido regionalmente no Maranhão como azeitona-do-nordeste ou azeitona preta, devido à sua semelhança com as azeitonas (5). A coloração dos frutos passa de branca esverdeada para vermelha e, finalmente, preta quando maduros. Cada fruto contém uma única semente, envolvida por uma polpa carnosa, comestível e mucilaginosa. A polpa é doce, embora adstringente, e geralmente é agradável ao paladar (6)(7)(8).

Os frutos do jambolão são caracterizados por sua alta atividade antioxidante e são uma rica fonte de antocianinas, incluindo delphinidina-3-glicosídeo, petunidina-3-glicosídeo (9)(10)(11) e malvidina-3-glicosídeo (12). Além disso, o fruto apresenta propriedades hipoglicemiantes (13) e contém compostos como ácido elágico, quercetina e rutina (14), que podem ser responsáveis por suas atividades antioxidantes e hipoglicemiantes.

A confecção de filmes biopoliméricos de alginato, um polímero natural encontrado principalmente nas paredes celulares de algas marrons e algumas bactérias, incorporados com extrato vegetal de jambolão, é uma estratégia promissora. O alginato apresenta propriedades atrativas, como biodegradabilidade, biocompatibilidade e não-toxicidade, tornando-o um material ideal para essa aplicação (15).

Portanto, o objetivo é desenvolver biopolímeros que possam ser utilizados como embalagens para alimentos, preservando suas características e benefícios nutricionais. Isso é alcançado através da manutenção de propriedades como análise visual e tátil, umidade, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água, espessura, propriedades mecânicas, atividade antioxidante e espectroscopia na região do infravermelho. A incorporação do extrato de jambolão não só enriquece o filme biopolimérico com suas propriedades benéficas, mas também contribui para a sustentabilidade e a inovação na indústria de embalagens de alimentos.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os seguintes materiais: jambolão coletado nas coordenadas 2°33'55.2"S 44°11'00.4"W, no município de São José de Ribamar, Maranhão; alginato de

sódio (Isofar, Brasil); glicerol; hipoclorito de sódio; cloreto de cálcio anidro e dihidratado (Synth, Brasil).

#### *Colheita e lavagem*

Durante o período de maturação do jambolão, que ocorre entre janeiro e fevereiro, aproximadamente 4 kg de jambolão foram coletados em várias localidades no município de São José de Ribamar, no Maranhão. Após a colheita, os frutos foram submetidos a um processo de lavagem em uma solução com água contendo hipoclorito de sódio (100 ppm) durante 15 min. Este procedimento é fundamental para garantir a limpeza adequada dos frutos antes de qualquer processamento adicional.

#### *Extração da polpa*

Após a higienização adequada, que incluiu a lavagem e a remoção das partes florais não relevantes para o estudo, a polpa foi cuidadosamente separada do caroço. Foi feito um esforço para maximizar o aproveitamento desse material. Posteriormente, a polpa foi processada em um liquidificador para reduzir o tamanho das partículas. A polpa processada foi então transferida para um novo recipiente para uma segunda lavagem. Esta lavagem foi realizada novamente com uma solução de água contendo hipoclorito de sódio (100 ppm) durante 5 minutos.

#### *Secagem e moagem*

Após a segunda lavagem, a polpa foi submetida a um processo de secagem em uma estufa a uma temperatura de 40 °C durante 24 h. O material ressecado foi então moído em um moinho de bolas. O pó resultante passou por várias etapas de peneiração e moagem repetidas para garantir uma granulometria uniforme. O produto final foi um pó de jambolão com uma granulometria de 270 mesh (53 µm). Este processo garantiu a obtenção de um pó fino para uma melhor incorporação nos filmes biopoliméricos.

#### *Confecção dos filmes biopoliméricos*

Quatro composições foram confeccionadas, seguindo a metodologia proposta por Santana e Kieckbusch (16), com variações nas proporções respectivas do pó de jambolão e alginato (1:8, 1:10, 2:8, 2:10, que são chamados no texto de ensaios 1, 2, 3 e 4, respectivamente). Inicialmente, 400 mL de água destilada foram adicionados a um Becker e agitados em um turrax a 10000 min<sup>-1</sup>, mantendo a temperatura em 70 °C, a solução sofreu adição gradativa de alginato de sódio e o glicerol, mantendo a agitação por 15 min. Posteriormente, o pó do jambolão foi adicionado à solução, que foi então resfriada até atingir 40 °C. Em seguida, adicionou-se 30 mL de CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O a 2% como agente reticulante. Devido à rápida reticulação, a solução foi adicionada lentamente à mistura com uma vazão máxima de 1 mL.min<sup>-1</sup> e agitada por 15 min para obter uma solução homogênea. Os biopolímeros resultantes foram dispostos em placas de acrílico e submetidos à secagem em estufa com recirculação de ar a 40 °C por 24 h. Após a secagem, os biopolímeros foram removidos das placas e armazenados em dessecadores com UR≅52%.

#### *Caracterização*

##### *Conteúdo de Umidade (ω)*

A umidade dos biopolímeros confeccionados foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (17). Uma massa inicial ( $m_i$ ) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 °C, obteve-se a massa final seca ( $m_f$ ). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

onde  $\omega$  é o conteúdo de umidade (%);  $m_i$  é a massa inicial (g);  $m_f$  é a massa final da amostra (g).

#### *Solubilidade em Água (S)*

A determinação da solubilidade em água seguiu a metodologia proposta por Irissin-Mandata et al. (18). Uma amostra ( $m_i$ ) foi imersa em 50 mL de água destilada e agitada a 175 rpm a  $25 \pm 1$  °C por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105 °C por 24 h, obtendo-se a massa final seca ( $m_f$ ). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[ \frac{m_i(1 - \omega) - m_f}{m_i(1 - \omega)} \right] \quad (2)$$

onde  $S$  é a solubilidade em água (%);  $\omega$  é o conteúdo de umidade (%);  $m_i$  é a massa inicial (g);  $m_f$  é a massa final da amostra (g).

#### *Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)*

Determinada gravimetricamente a 25 °C ( $\pm 1$  °C), seguindo o método ASTM E96M-16 (19). Uma célula de acrílico com biopolímero foi preenchida com cloreto de cálcio para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água,  $\Delta P_\omega$ . Durante 72 h, monitorou-se o aumento de massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biopolímero ( $G$ ). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[ \frac{G\delta}{A_e\Delta P_\omega} \right] \quad (3)$$

onde  $PVA$  é a permeabilidade de vapor de água do biopolímero [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)];  $\delta$  é a espessura do biopolímero (mm);  $A_e$  é a área da superfície exposta do biopolímero ( $38,5 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>);  $\Delta P_\omega$  é a diferença de pressão parcial através do biopolímero (kPa); e  $G$  é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g/dia).

#### *Espessura ( $\delta$ )*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

#### *Propriedades Mecânicas*

Avaliadas por meio de um ensaio de tração empregando o texturômetro TA.XT2, (Stable Microsystems SMD). O procedimento visou aferir a tensão de ruptura ( $\sigma$ ), alongação até a ruptura ( $\varepsilon$ ) e o módulo de Young ( $E$ ) dos biopolímeros, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelas normas da ASTM através do método D882-18 (20).

A tensão de ruptura ( $\sigma$ ) foi computada empregando a Equação 4, que descreve a relação entre a força máxima de ruptura do biopolímero e a área da seção transversal da amostra:

$$\sigma = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A} \quad (4)$$

onde  $\sigma$  é a tensão na ruptura (MPa);  $F_{m\acute{a}x}$  é a força máxima no momento da ruptura (N); e  $A$  é a área da seção transversal do biopolímero ( $\text{mm}^2$ ).

A alongação até a ruptura ( $\varepsilon$ ) foi determinada pela Equação 5, que define a deformação elástica longitudinal como a variação percentual do comprimento inicial do material:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \quad (5)$$

onde  $\varepsilon$  é a deformação elástica longitudinal (%);  $\Delta l$  é a distância final de separação da garra (mm); e  $l_0$  é a distância inicial de separação (mm).

O módulo de elasticidade, também conhecido como módulo de Young ( $E$ ), é uma medida da rigidez de um material quando submetido a uma tensão externa de tração ou compressão. Em termos simples, é a razão entre a tensão aplicada e a deformação resultante, assumindo um comportamento linear, como mostrado na Equação 6:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

onde  $E$  é o módulo de elasticidade ou módulo de Young (MPa);  $\sigma$  é a tensão na ruptura (MPa); e  $\varepsilon$  é a deformação elástica longitudinal (%).

#### *Atividade Antioxidante*

A atividade antioxidante foi determinada pelo método DPPH, conforme descrito por Rufino et al. (21). A atividade de sequestro de radicais livres dos extratos foi determinada usando o radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH•). A extração foi realizada adicionando 2 g de amostra, 40 mL de metanol a 50% e 40 mL de acetona a 50% em um balão volumétrico. O volume foi completado até 100 mL com água destilada. O metanol foi usado como branco para calibrar o espectrofotômetro. Cada amostra foi testada em triplicata e os resultados foram apresentados como Concentração Efetiva 50% (EC50), que expressa a concentração mínima de antioxidante necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH• em 50%. A interpretação da absorbância de uma reação entre o radical DPPH• e um antioxidante pode ser determinada ao longo do tempo como a porcentagem do radical DPPH• remanescente. Isso pode ser calculado utilizando a equação (7).



$$\%remanescente = \left[ \frac{Abs_{amostra} - Abs_{branco}}{Abs_{controle} - Abs_{branco}} \right] \times 100 \quad (7)$$

onde  $Abs_{amostra}$  é a absorvância da amostra;  $Abs_{branco}$  é a absorvância do controle em branco;  $Abs_{controle}$  é a absorvância do controle.

A diminuição da absorvância da reação entre a solução de DPPH• e uma amostra é monitorada e também determinada como a porcentagem de inibição, sequestro ou eliminação do radical DPPH•. Isso pode ser calculado utilizando a equação (8).

$$\%inibição = (1 - \%remanescente) \times 100 \quad (8)$$

#### *Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)*

As análises do jambolão em pó, alginato de sódio, bem como dos biopolímeros, foram realizadas utilizando um espectrômetro (modelo IRPrestige-21, Shimadzu). A varredura foi realizada no intervalo de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , operando no modo ATR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise visual e subjetiva dos biopolímeros, como ilustrado na Figura 1 e descrito na Tabela 1, revela características como continuidade, homogeneidade, transparência e flexibilidade nesses filmes.



Figura 1 – Biopolímeros confeccionados com jambolão e alginato, correspondendo às seguintes proporções de pó de jambolão e alginato: 1:8 (ensaio 1), 1:10 (ensaio 2), 2:8 (ensaio 3) e 2:10 (ensaio 4).

Os filmes biopoliméricos resultantes dos ensaios 1, 2 e 4 exibiram boa continuidade, ou seja, estavam livres de fraturas e rupturas. Os ensaios 2 e 4 demonstraram boa homogeneidade, com as partículas do pó de jambolão bem dispersas e uniformemente distribuídas na matriz polimérica. No entanto, nenhum dos filmes apresentou alta transparência. Isso pode ser atribuído à presença do jambolão, que possui características cromáticas distintas, incluindo uma tonalidade roxa intensa. Foi observado que os filmes com menor concentração de jambolão (ensaios 1 e 2) apresentaram maior flexibilidade. Por outro lado, os filmes com maior concentração (ensaios 3 e 4) resultaram em filmes mais rígidos.

Tabela 1 – Avaliação subjetiva dos biopolímeros em diferentes concentrações de jambolão e alginato.

Ensaio	Continuidade	Homogeneidade	Transparência	Flexibilidade
1	++++	+++	+++	++++
2	++++	++++	+++	++++
3	+++	+++	+++	+++
4	++++	++++	++	+++

Para as respectivas proporções de pó de jambolão e alginato associadas aos ensaios 1-4 (1:8, 1:10, 2:8, 2:10), foram classificadas subjetivamente da seguinte forma: ++++ excelente, +++ bom, ++ regular, + ruim.

A Tabela 2 apresenta as propriedades físico-químicas dos filmes biopoliméricos derivados do jambolão. A análise dos dados revela uma diminuição no conteúdo de umidade à medida que a concentração de jambolão aumenta, sugerindo que o jambolão influencia a redução da umidade presente no filme. No entanto, os teores de umidade mostraram-se estatisticamente diferentes ao nível de 95% de confiança ( $p \leq 0,05$ ) para todas as formulações estudadas. Valores de umidade comparáveis foram relatados por Gonçalves et al. (22) em filmes de alginato com extrato de cenoura (21,99 a 40,28%) e por Lopes et al. (23) em filmes de mesocarpo de coco babaçu e alginato (36,41 a 46,49%). Para os filmes elaborados com alginato, um polímero com características hidrofílicas, espera-se que a umidade seja alta. Nesse contexto, observou-se que a incorporação do jambolão atuou na redução dessa propriedade.

Conforme indicado por Suderman et al. (24), o teor de água do filme contribui para a formação de uma estrutura filmogênica flexível e esticável. Isso é evidenciado pelos dados apresentados na Tabela 3, onde as formulações que apresentaram maiores teores de umidade também exibiram maior flexibilidade.

Tabela 2 – Caracterização físico-química dos biopolímeros confeccionados em diferentes concentrações de jambolão e alginato por meio do seu conteúdo de umidade ( $\omega$ ), solubilidade em água (S), permeabilidade ao vapor de água (PVA) e espessura ( $\delta$ ).

Ensaio	$\omega$ (%)	S (%)	PVA*	$\delta$ (mm)
1	39,839±0,033 <sup>d</sup>	38,701±0,042 <sup>a</sup>	6,184±1,727 <sup>a</sup>	0,199±0,040 <sup>c</sup>
2	33,711±0,010 <sup>c</sup>	59,232±0,062 <sup>c</sup>	5,824±1,024 <sup>a</sup>	0,168±0,008 <sup>ab</sup>
3	31,582±0,009 <sup>a</sup>	46,985±0,074 <sup>b</sup>	7,217±0,973 <sup>a</sup>	0,166±0,002 <sup>a</sup>
4	32,354±0,028 <sup>b</sup>	60,960±0,185 <sup>d</sup>	9,791±3,345 <sup>b</sup>	0,171±0,001 <sup>b</sup>

Para as respectivas proporções de pó de jambolão e alginato associadas aos ensaios 1-4 (1:8, 1:10, 2:8, 2:10), foram obtidas as médias  $\pm$  desvio médio das repetições. As médias marcadas com letra minúscula em cada coluna indicam que não há diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) de acordo com o teste de Tukey. \*[(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)]

Os biopolímeros apresentaram uma variabilidade considerável na solubilidade em água, com uma média de 51,47%. Este valor é significativamente maior do que os valores de solubilidade de 18,37% e 16,13% relatados por Lopes et al. (23) e Gonçalves et al. (22), respectivamente, para biopolímeros de alginato. No entanto, conforme observado na Tabela 2, os biopolímeros com maior concentração de alginato (ensaios 2 e 4) foram altamente solúveis em meio aquoso. Este achado é desejável para a aplicação em embalagens comestíveis, permitindo que sejam consumidas juntamente com o alimento embalado. Em contrapartida, a presença do pó de jambolão resultou em filmes ligeiramente menos hidrofílicos.

Um biopolímero atuar como uma barreira que limita a transferência de vapor d'água é fundamental para a preservação da qualidade dos alimentos embalados. Isso ocorre porque

a umidade é um dos principais fatores que contribuem para a deterioração dos alimentos. Portanto, ao restringir a transferência de vapor d'água, ajudam a prolongar a vida útil dos alimentos embalados, mantendo sua qualidade por mais tempo. Os valores de Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA), sofreu variação de 5,82 a 9,79 [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)], com um valor médio de 7,25. Este valor é próximo ao obtido por Gonçalves et al. (22), que relataram um valor de 9,10 [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)] para filmes de alginato.

Com base nos valores obtidos, a adequação para uma possível aplicação é relativa. Um coeficiente de permeabilidade mais baixo indica uma barreira mais eficaz, especialmente para alimentos sensíveis à umidade. No entanto, em outras circunstâncias, pode ser necessário um coeficiente mais elevado para permitir uma troca adequada de umidade e gases.

A compreensão das propriedades mecânicas de estruturas poliméricas é fundamental para avaliar a qualidade dos filmes destinados a embalagens alimentícias. Parâmetros mecânicos, químicos e estruturais dos polímeros podem influenciar diretamente suas respostas mecânicas (25). Entre as diversas características que alteram seu comportamento mecânico estão a cristalinidade, a presença de grupos polares e ligações cruzadas. Além disso, parâmetros externos, como a presença de um plastificante, elastômeros e reforço com fibras (26).

A Tabela 3 mostra que a tensão de ruptura variou de 0,32 a 0,46 MPa, sendo mais favorável no ensaio 2. No entanto, os resultados obtidos neste estudo foram inferiores aos obtidos em outros estudos utilizando alginato (22)(25)(26). Além disso, os resultados indicaram que a incorporação do pó de jambolão não influenciou de maneira significativa a alongação dos filmes, mesmo com a redução nos teores de alginato. Segundo Paixão et al. (25), a alongação até a ruptura é caracterizada como a porcentagem de variação no comprimento inicial de um filme quando este é rompido devido à aplicação de uma força. Nesse cenário, todos os ensaios exibiram um comportamento elástico análogo. Isso sugere que a adição do pó de jambolão não compromete a elasticidade de um filme biopolimérico.

Tabela 3 – Propriedades mecânicas dos biopolímeros confeccionados em diferentes concentrações de jambolão e alginato: Tensão de ruptura ( $\sigma$ ), módulo de Young (E), alongação ( $\epsilon$ ).

Ensaio	$\sigma$ (MPa)	$\epsilon$ (%)	E (MPa)
1	0,341±0,068 <sup>ab</sup>	0,893±0,345 <sup>a</sup>	1,181±0,039 <sup>a</sup>
2	0,464±0,126 <sup>b</sup>	1,015±0,078 <sup>a</sup>	33,729±7,799 <sup>b</sup>
3	0,420±0,101 <sup>ab</sup>	0,994±0,306 <sup>a</sup>	29,699±4,993 <sup>b</sup>
4	0,319±0,060 <sup>a</sup>	0,924±0,201 <sup>a</sup>	46,797±7,528 <sup>c</sup>

Para as respectivas proporções de pó de jambolão e alginato associadas aos ensaios 1-4 (1:8, 1:10, 2:8, 2:10), foram obtidas as médias  $\pm$  desvio médio das repetições. As médias marcadas com letra minúscula em cada coluna indicam que não há diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) de acordo com o teste de Tukey.

Os valores do módulo de Young para os filmes biopoliméricos variaram de 1,18 a 46,80 MPa. Observou-se que os ensaios com maiores concentrações de alginato (ensaios 2 e 4) apresentaram os maiores valores para o módulo de elasticidade. Isso sugere que um aumento na concentração de alginato resulta em um filme mais rígido, capaz de resistir à deformação quando submetido a uma força (25). Portanto, a concentração de alginato é um fator determinante na rigidez e resistência dos filmes biopoliméricos, o que é fundamental para a sua aplicação na indústria de embalagens de alimentos.

Os resultados obtidos pelo método DPPH• são expressos como valores de EC50 ou IC50, que representam a quantidade necessária de antioxidantes para reduzir a concentração inicial do radical DPPH• em 50% (27). Este valor é determinado graficamente através da análise da inibição percentual do radical DPPH• em função da concentração do antioxidante.

Na Figura 2, os dados obtidos para a % de inibição do jambolão em função dos logaritmos das concentrações variando de 2,4 a 3,3 mg/L, indicam que esta substância não sequestra eficientemente os radicais livres quando comparada aos biopolímeros 1:8, 1:10, 2:8 e 2:10 (Figura 3) nas mesmas concentrações. Isso indica que o jambolão possui um grau de absorvância inferior em relação aos biopolímeros de alginato. Além disso, observou-se que a inibição aumenta proporcionalmente com o aumento da concentração.

O método DPPH• avalia a capacidade das substâncias analisadas de doar hidrogênio ao radical. Isso implica que quanto maior o número de grupos hidroxila presentes na amostra, maior será a atividade antioxidante. Portanto, conclui-se que os biopolímeros de jambolão apresentam alta atividade antioxidante.

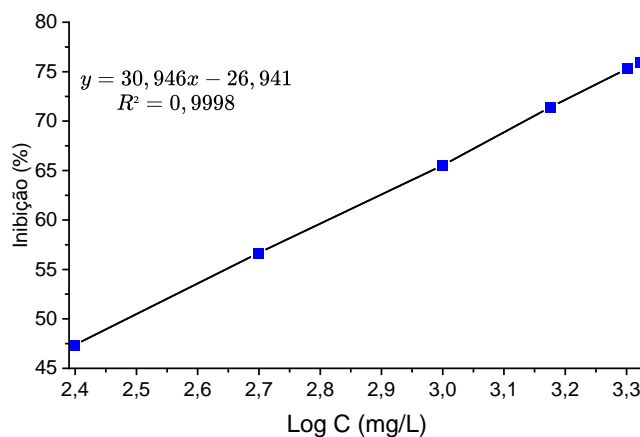


Figura 2 – Atividade antioxidante do jambolão puro, avaliado pelo Método do Sequestro do Radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil.

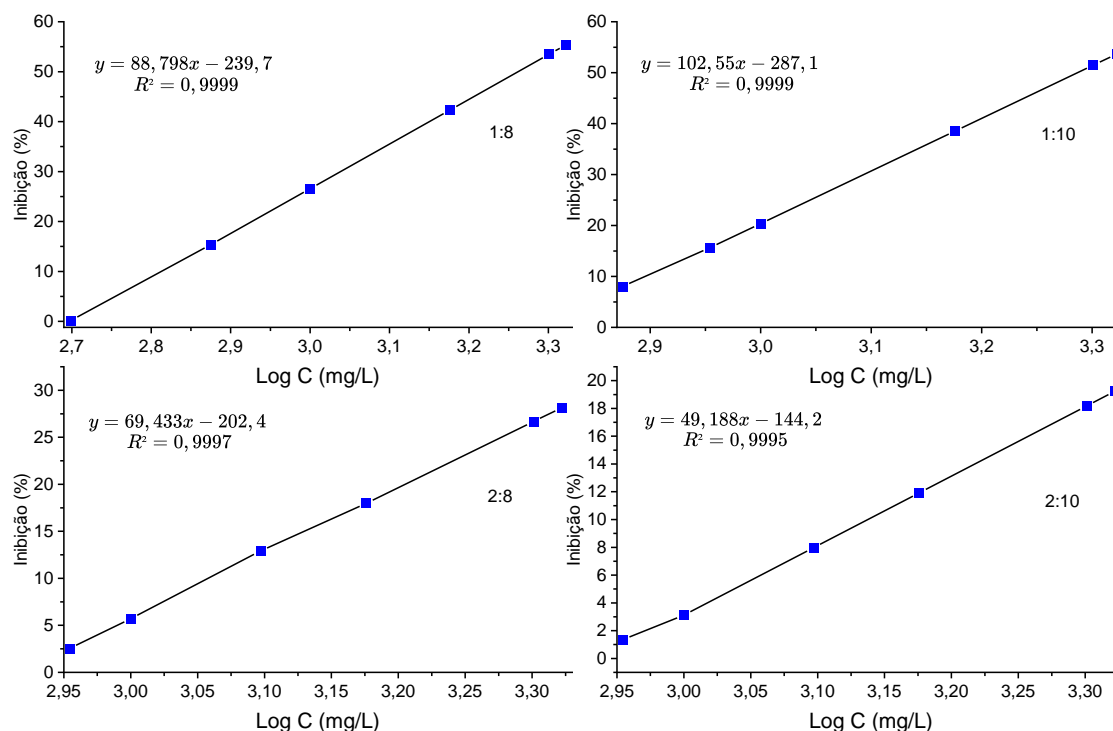


Figura 3 – Atividade antioxidante dos biopolímeros de jambolão e alginato: superior esquerda (ensaio 1), superior direita (ensaio 2), inferior esquerda (ensaio 3) e inferior direita (ensaio 4)

Para analisar as interações químicas entre os componentes do biopolímero e das matrizes, as Figuras 4, 5 e 6 exibem os espectros de infravermelho (FTIR) do alginato de sódio e jambolão (matrizes), assim como dos filmes biopoliméricos confeccionados.

No alginato de sódio, os grupos funcionais foram apresentados nos picos das bandas de absorções  $3448,72\text{ cm}^{-1}$ , relacionada com o estiramento -OH presente nos meros da cadeia polimérica, referentes às ligações de hidrogênio inter e intramolecular. Além disso, é possível verificar que na região espectral de  $1637,45\text{ cm}^{-1}$  ocorre uma deformação axial assimétrica da ligação COO- do íon carboxilato. Em  $1419,60\text{ cm}^{-1}$  observa-se uma banda de absorção referente à deformação axial simétrica da ligação COO-. Na região  $1099,42\text{ cm}^{-1}$  é possível verificar deformação axial intensa de C-O (28).

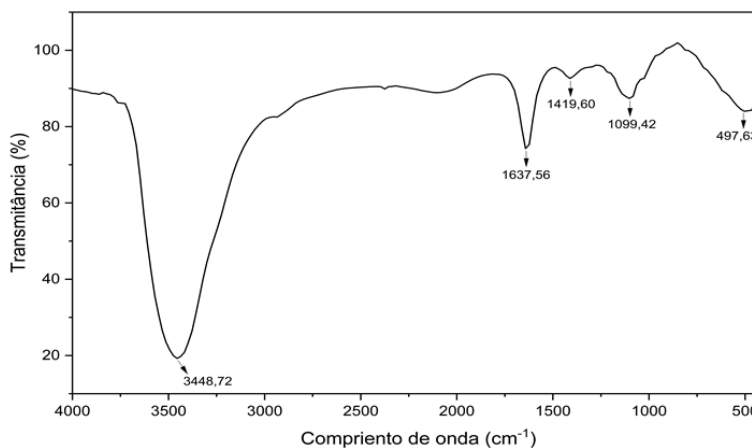


Figura 4 – Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier do alginato de sódio

No espectro de infravermelho do jambolão, as principais bandas de absorção foram identificadas nas seguintes regiões: Em  $3441,00\text{ cm}^{-1}$ , a banda é atribuída ao grupo funcional OH. Em  $2929,87\text{ cm}^{-1}$ , observa-se uma pequena deformação axial, que corresponde ao C-H alifático. Em  $1618,27\text{ cm}^{-1}$ , ocorrem estiramentos simétricos característicos dos grupos carbonila (C=O). Na região de  $950\text{-}1100\text{ cm}^{-1}$ , foram observadas bandas atribuídas ao estiramento das ligações C=C e C-OH (29)(30).

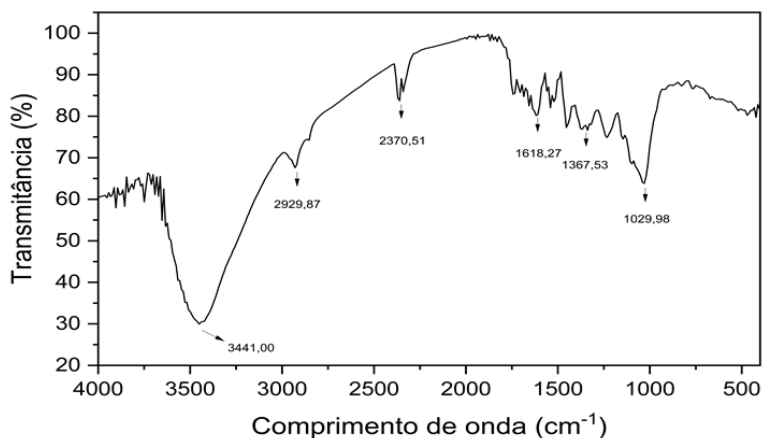


Figura 5 – Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier do jambolão

Na análise do infravermelho dos biopolímeros, foi constatado que as formulações apresentaram um comportamento semelhante. As proporções 1:8, 1:10, 2:8 e 2:10 correspondem, respectivamente, aos ensaios 1, 2, 3 e 4.

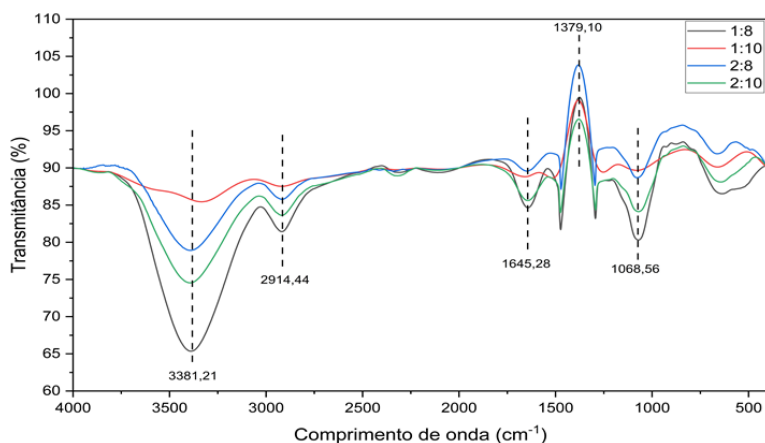


Figura 6 – Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier dos biopolímeros de alginato e jambolão

Com essa generalização, observou-se que, em todos os biopolímeros, os picos de absorção são semelhantes aos encontrados para o alginato de sódio e o jambolão, com a repetição de alguns grupos funcionais. Assim, em  $3381,21\text{ cm}^{-1}$ , identifica-se o grupo funcional OH; em  $2914,44\text{ cm}^{-1}$ , apresenta-se o grupo C-H (alifático); e em  $1645,28\text{ cm}^{-1}$ , são identificados estiramentos simétricos característicos dos grupos carbonila (C=O). Essas similaridades comprovam a coesão molecular dos biopolímeros confeccionados. Portanto, essas interações podem contribuir para a estabilização e as propriedades dos biopolímeros,



entendendo a estrutura e a funcionalidade desses materiais para aplicações na indústria de embalagens biodegradáveis.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que os quatro filmes biopoliméricos apresentaram boas propriedades para aplicações em embalagens de alimentos. As análises realizadas permitiram a obtenção de dados para as melhores propriedades plásticas. O ensaio 3, na proporção (2:8) de jambolão para alginato, apresentou a menor umidade e espessura, características altamente valorizadas neste estudo. Isso sugere que embalagens de alimentos que requerem baixa umidade e espessura podem se beneficiar desta formulação específica, garantindo frescor e reduzindo o espaço ocupado. O ensaio 4 (2:10) exibiu os maiores valores de solubilidade em água e PVA, o que pode ser vantajoso para embalagens que precisam se decompor facilmente após o uso, promovendo a redução do impacto ambiental.

Nos testes mecânicos, o ensaio 2 (1:10) apresentou maior tensão e alongamento na ruptura em comparação com as demais formulações. Essa propriedade pode ser atrativa para embalagens que precisam resistir a manipulações mais intensas durante transporte e manuseio, garantindo a integridade dos produtos. No entanto, o ensaio 4 demonstrou o maior módulo de elasticidade, uma característica importante às embalagens plásticas. Embalagens que requerem resistência à deformação e que precisam manter sua forma original, como aquelas que empacotam produtos empilháveis, podem se beneficiar desta formulação.

A Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier foi consistente para os quatro ensaios, sem grandes variações em comparação com as matrizes. Isso indica uma estabilidade na composição dos filmes, o que é fundamental para garantir a segurança dos alimentos embalados.

Portanto, a incorporação de bioativos na síntese de embalagens plásticas torna-se uma demanda na indústria de alimentos, à medida que a consciência ambiental e as regulamentações voltadas para a proteção do meio ambiente se tornam cada vez mais presentes na sociedade. Assim, este estudo destacou a importância de pesquisas relacionadas à produção de polímeros biodegradáveis para o setor industrial, sobretudo, a indústria de embalagens de alimentos. Considerando os resultados dos ensaios, embalagens específicas podem ser desenvolvidas para atender às demandas de diferentes produtos alimentícios, como aqueles que necessitam de baixa umidade, rápida decomposição, resistência à manipulação ou manutenção da forma.

## AGRADECIMENTOS

À UFMA (Universidade Federal do Maranhão); À Central Analítica de Química da UFMA; Ao Pavilhão Tecnológico da UFMA; Ao LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa.








## REFERÊNCIAS

1. Ramos M, Valdés A, Beltrán A, Garrigós M. Gelatin-Based Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Coatings*. 2016;6(4):41.
2. Encalada AMI, Basanta MF, Fissore EN, De'Nobili MD, Rojas AM. Carrot fiber (CF) composite films for antioxidant preservation: Particle size effect. *Carbohydrate Polymers*. 2016;136:1041-1051.
3. Fakhouri FM, Martelli SM, Caon T, Velasco JI, Mei LHI. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology*. 2015; 109(Supplement C): 57-64.
4. Shahrapour D, Khomeiri M, Razavi SMA, Kashiri M. Development and characterization of alginate/pectin edible films containing *Lactobacillus plantarum* KMC 45. *LWT*. 2020;118:1.
5. Martins L, Coutinho EL, Panzani CR, Chavier NJD. *Fruteiras nativas do Brasil e exóticas*. Campinas: CATI, 2002.
6. Veber J, Petrini LA, Andrade LB, Siviero J. Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini* L.). *Rev. bras. plantas med., Botucatu*. 2015;17(2):267-273.
7. Santiago MC, Gouvêa AC, Peixoto FM, Borguini RG, Godoy RL, Pacheco S, Nascimento LSM, Nogueira RI. Characterization of jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) fruit peel powder for use as natural colorant. *Fruits*, [s. l.]. 2016;71(1):3-8.
8. Kishore K. Phenological growth stages and heat unit requirement of Indian blackberry (*Syzygium cumini* L., Skeels). *Scientia Horticulturae*, [s. l.]. 2019;249:455-460.
9. Gajera HP, Gevariya SN, Hirpara DG, Patel SV, Golakiya BA. Antidiabetic and antioxidant functionality associated with phenolic constituents from fruit parts of indigenous black jamun (*Syzygium cumini* L.) landraces. *Journal of food science and technology*, [s. l.]. 2017;54(10):3180-3191.
10. Raza A, Butt MS, Suleria HAR. Jamun (*Syzygium cumini*) seed and fruit extract attenuate hyperglycemia in diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, [s. l.]. 2017;7(8):750-754.
11. Ghosh P, Pradhan RC, Mishra S, Rout PK. Quantification and Concentration of Anthocyanidin from Indian Blackberry (Jamun) by Combination of Ultra- and Nano-filtrations. *Food Bioprocess Technol*, [s. l.]. 2018;11(12):2194-2203.
12. Veigas J, Narayan M, Laxman P, Neelwarne B. Chemical nature, stability and bioefficacies of anthocyanins from fruit peel of *Syzygium cumini* Skeels. *Food Chemistry*. Amsterdam. 2007;105:619-627.

13. Achrekar S, Kaklij GS, Pote MS, Kelkar SM. Hypoglycemic activity of *Eugenia jambolana* and *Ficus bengalensis*: mechanism of action. *In Vivo*, Stanford. 1991;5:143-148.
14. Merz B, Capello C, Leandro GC, Moritz DE, Monteiro AR, Valencia GA. A novel colorimetric indicator film based on chitosan, polyvinyl alcohol and anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit for monitoring shrimp freshness. *International journal of biological macromolecules*, [s. l.]. 2020;153:625-632.
15. Kesari P, Udayabhanu G, Roy A, pal ARS. Biopolymer sodium alginate based titania and magnetite nanocomposites as natural corrosion inhibitors for mild steel in acidic medium. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*. 2023;122:303–325.
16. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2013;30(4):835–845.
17. AOAC International. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Oxford University Press: Oxford; 2007.
18. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. *European Polymer Journal*. 2001;37(8):1533–1541.
19. ASTM International. *ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*. West Conshohocken: ASTM International; 2016.
20. ASTM International. *ASTM D882. Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*. West Conshohocken: ASTM International; 2018.
21. Rufino M, Brito ES, Alves RE. Metodologia científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH [Internet]. Fortaleza, CE: Embrapa; 2007. [acesso em 15 de Janeiro de 2024]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/426953/metodologia-cientifica-determinacao-da-atividade-antioxidante-total-em-frutas-pela-captura-do-radical-livre-dpph>.
22. Gonçalves NF, Santos TTS, Paixão LC, Santanna MCS, Luiz DA, Silva JGM, Santanna AA. Biopolímeros de alginato aditivado com resíduo de cenoura: caracterização físico-química e antioxidante. In: Carolina Madazio Niro; Jackson Andson de Medeiros. (Org.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisas e Avanços*. 2ed. Jardim Food Academy: Agron Food Academy. 2022;2:414-435.
23. Lopes IA, Paixão LC, Da Silva LJS, Rocha AA, Barros Filho AKD, Santana AA. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. *Carbohydrate polymers*. 2020;234:13-14.

24. Suderman N, Isa MIN e Sarbon NM. The effect of plasticizers on the functional properties of biodegradable gelatin-based film: a review. *Food Bioscience*.2018; 24: 111-119.
25. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. *Journal of Applied Polymer Science*. 2019;136(48):11.
26. Raposo AKDS, Paixão LC, Rocha AA. et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. *J Polym Environ*. 2021;29:1212–1226.
27. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a Free Radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, London. 1995;28:25-30.
28. Pereira R, Tojeira A, Vaz DC, Mendes A, Bártolo P. Preparation and Characterization of Films Based on Alginate and Aloe Vera. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*. 2011;16(7):449–464.
29. Dos Santos FN. Extração de compostos antociânicos de frutos de jabolão (*Syzygium cumini* L.) e sua incorporação em fibras ultrafinas de zeína [dissertação]. Pelotas: Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da UFPel; 2021.
30. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. In *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Wiley. 2000.

## APLICAÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS DE BURITI (*MAURITIA FLEXUOSA* L.) E MURICI (*BYRSONIMA CRASSIFOLIA* (L.) RICH) EM BIOCOMPÓSITOS DE GELATINA E MESOCARPO DE COCO BABAÇU

Liandra Silva Vale \*; Pablo Daniel Sena Silva ; Aldo da Silva Farias ; Luís Antônio Lopes Leão ; Louryval Coelho Paixão ; Djavania Azevedo Da Luz Silva ; Audirene Amorim Santana 

\*Email: [liandra.vale@discente.ufma.br](mailto:liandra.vale@discente.ufma.br)

**Resumo:** A gelatina, derivada do colágeno animal, pode produzir filmes biodegradáveis que superam os plásticos convencionais. No entanto, a alta higroscopicidade desses biocompósitos, especialmente quando em contato com alimentos úmidos, representa um desafio significativo. Uma solução proposta é a combinação com o mesocarpo de coco babaçu, que resulta na formação de filmes biodegradáveis, reduzindo o impacto ambiental no descarte em comparação com os plásticos não renováveis. O estudo em questão envolveu a produção de biocompósitos a partir de extratos de murici e buriti, resultando em 6 ensaios distintos (3 com extrato de buriti e 3 com extrato de murici), selecionados a partir de dois planejamentos experimentais. As variáveis analisadas abrangeram teor de umidade, solubilidade, espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA), carotenoides totais, propriedades mecânicas e espectros de Infravermelho (FTIR). A incorporação dos extratos de buriti e murici demonstrou vantagens físico-químicas para embalagens de alimentos. Além disso, exibiram boa resistência mecânica, tornando-os adequados para aplicações práticas que exigem durabilidade. No entanto, desafios como a alta higroscopicidade e hidrofobicidade demandam otimização contínua das formulações. Os resultados do FTIR revelaram semelhanças e diferenças entre os biocompósitos contendo extrato de murici em comparação com os de buriti. Apesar disso, esses materiais apresentam potencial como alternativa sustentável aos plásticos tradicionais na indústria de embalagens, embora exijam aprimoramento para atender às necessidades específicas do mercado.

**Palavras-chave:** BABAÇU; BIOCOMPÓSITOS; BURITI; GELATINA; MURICI

## INTRODUÇÃO

A indústria de embalagens tem presenciado um crescimento no emprego de plásticos originados de fontes não renováveis, como os petroquímicos. Este fenômeno é atribuído ao baixo custo desses materiais e à sua praticidade (1). Contudo, a utilização de materiais sintéticos para embalagens acarreta um sério problema ambiental, uma vez que não são biodegradáveis e geram preocupações entre os consumidores. Além disso, a iminente escassez de combustíveis fósseis e o esgotamento de recursos naturais têm impulsionado a pesquisa de polímeros alternativos para substituir os sintéticos (2). Como resultado, os pesquisadores estão investigando o desenvolvimento biopolímeros para a produção de embalagens biodegradáveis, com o objetivo de substituir os polímeros derivados do petróleo (3).

A gelatina e o mesocarpo do coco babaçu destacam-se como polímeros promissores, graças à sua capacidade de formação de filme e à sua habilidade de funcionar como uma camada externa de embalagem que protege os alimentos contra luz, temperatura e oxigênio (4). A gelatina é uma proteína derivada da hidrólise do colágeno, encontrada no tecido conjuntivo, pele e ossos de animais. É comumente extraída de mamíferos, como a pele de porco, couro bovino e osso (5). Contudo, um grande obstáculo é a alta higroscopicidade dos filmes de gelatina, que podem inchar ou se dissolver ao entrar em contato com alimentos de alto teor de umidade (6).

Várias abordagens foram investigadas para superar essas desvantagens, incorporando outros agentes naturais ou derivados em filmes à base de gelatina para ampliar ou aprimorar suas aplicações (7). A introdução de agentes ativos, como extratos naturais e óleos essenciais, contribuiu para aumentar a fase hidrofóbica do polímero e reduzir a capacidade de absorção de água. Além disso, alguns extratos naturais são capazes de reduzir a permeabilidade ao vapor de água, formando uma estrutura mais compacta com matrizes poliméricas internamente reticuladas (8).

Outro substrato que pode auxiliar na redução das desvantagens associadas à higroscopicidade e adicionar compostos antioxidantes é o mesocarpo do coco babaçu – MCB (9)(10). Atualmente, no Brasil, o coco babaçu (*Attalea speciosa* Mart. Ex Spreng) tem uma presença marcante, especialmente nos estados do Maranhão, Piauí e Tocantins. O Maranhão, em particular, se destaca por possuir a maior extensão de plantações de babaçu (10). Conforme Santana et al. (11), apenas o óleo e a torta (ou seja, o resíduo do material prensado) das amêndoas de coco são produzidos industrialmente.

Apesar disso, é importante estabelecer uma liberação controlada para esses compostos antioxidantes. Isso pode ser alcançado por meio da manipulação química da estrutura molecular ou morfológica das embalagens (12). Dessa forma, eles podem liberar seu conteúdo em uma taxa pré-determinada, seja devido ao consumo de alimentos, danos ou condições de preservação.

A eficácia em retardar os processos de degradação físico-química está diretamente relacionada às taxas nas quais os compostos bioativos são liberados no ambiente (13). Infelizmente, poucos estudos foram realizados sobre o assunto, principalmente no que se refere à liberação de antioxidantes de vários extratos vegetais, como buriti (14), murici (15),



mesocarpo do coco babaçu (MCB) (16), gelatina (17), entre outras matrizes, logo, mais pesquisas são necessárias para obter uma melhor compreensão desse fenômeno. Nesse cenário, estudos voltados para biopolímeros, como gelatina, alginato e o mesocarpo de coco babaçu, têm se mostrado promissores devido à sua eficiente capacidade de formação de filmes e à sua utilidade como revestimentos em embalagens de produtos alimentícios.

No entanto, os filmes de gelatina são altamente higroscópicos, o que pode ser contornado pela incorporação de extratos naturais e óleos essenciais. O mesocarpo de coco babaçu, por outro lado, apresenta o potencial de mitigar essas desvantagens associadas à higroscopicidade, além de adicionar propriedades antioxidantes, como ocorre com a adição de extratos de murici e buriti (18)(19). Contudo, é necessário realizar pesquisas para avaliar a viabilidade do mesocarpo de coco babaçu em combinação com gelatina e diversos extratos vegetais como fonte de polímeros biodegradáveis para aplicações em embalagens de alimentos.

Portanto, é relevante avaliar a eficácia do mesocarpo do coco babaçu quando combinado com gelatina e vários extratos de plantas da flora maranhense como fonte natural de polímero biodegradável. Isso contribuirá para estabelecer um material que pode ser utilizado para fins de embalagem de alimentos. Com o objetivo de avaliar a produção e análise, este estudo investiga os biopolímeros à base de gelatina e mesocarpo de coco babaçu, adicionados de compostos bioativos de buriti e murici, para verificar sua viabilidade como materiais para embalagens de alimentos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As matérias-primas utilizadas foram o coco babaçu, coletado no campus da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) no Bacanga, em São Luís-MA, gelatina tipo B em pó incolor, produzida por tratamento alcalino (Royal®, Brasil), alginato de sódio (Isogar, Brasil), buriti e murici (obtidos de cooperativas no interior do estado do Maranhão), cloreto de cálcio dihidratado ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (Merk, Alemanha) utilizado como agente reticulante, e glicerol (Synth, Brasil) empregado como agente plastificante.

### *Elaboração dos biocompósitos*

A preparação dos filmes foi realizada seguindo as metodologias pré-estabelecidas por Bueno e Moraes (20), Li et al. (21) e Lopes et al. (10), com algumas modificações. Para a preparação das soluções, foram dissolvidos 6 g de alginato de sódio, 3 g do MCB e a quantidade de gelatina correspondente à concentração de extrato para cada ensaio, conforme Tabela 1, obtida através da otimização de dois planejamentos experimentais (um para filmes com buriti e outro para filmes com murici) pelo método DCCR (Delineamento Composto Central Rotacional) em 300 mL de água destilada.

A mistura foi agitada ininterruptamente em um Turrax (Fisatom, Brasil). Em seguida, adicionou-se lentamente 6 mL do plastificante glicerol, mantendo a agitação contínua a  $5000 \text{ min}^{-1}$  por cerca de 1 h. Após esse período, a mistura foi agitada a  $900 \text{ min}^{-1}$  em temperatura ambiente. Após o tempo determinado, a solução sofreu adição de 30 mL de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  a 2%. Devido à rápida reticulação, a solução foi adicionada à mistura com uma vazão máxima de  $1 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$ , mantendo a agitação constante e a temperatura de  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . A solução

filmogênica resultante foi depositada em placas de vidro e placas de Petri, que foram levadas para secagem a 40 °C por 24 h em uma estufa com recirculação de ar (modelo PE14, PARDAL TEC, Brasil). Finalmente, os filmes foram cuidadosamente removidos das placas e armazenados em um dessecador a 52% de UR.

Tabela 1 – Formulações otimizadas obtidas através dos planejamentos experimentais

Ensaio	Gelatina (g)	Polpa (%)
<b>Extrato de Buriti</b>		
1	6	23
2	2,5	30
3	10	13
<b>Extrato de Murici</b>		
4	3	24
5	7	24
6	5	28

### Caracterizações dos biocompósitos

#### Conteúdo de Umidade ( $\omega$ )

A umidade dos biocompósitos foi determinada seguindo as normas da AOAC (Association of Official Analytical Chemists) (22). Uma massa inicial ( $m_i$ ) da amostra foi pesada e, após 24 h em estufa (modelo SL-100/A, Solab, Brasil) a 105 °C, obteve-se a massa final seca ( $m_f$ ). O teor de umidade foi quantificado em relação à massa inicial, conforme a Equação (1)

$$\omega = \frac{m_i - m_f}{m_i} \quad (1)$$

#### Solubilidade em Água ( $S$ )

A determinação da solubilidade em água seguiu a metodologia proposta por Irissin-Mandata et al. (23). Uma amostra ( $m_i$ ) foi imersa em 50 mL de água destilada e agitada a 175 rpm a  $25 \pm 1$  °C por 24 h. Após a imersão, a amostra foi seca em estufa a 105 °C por 24 h, obtendo-se a massa final seca ( $m_f$ ). A matéria solubilizada foi calculada em relação à massa inicial, conforme a Equação (2).

$$S = \left[ \frac{m_i(1 - \omega) - m_f}{m_i(1 - \omega)} \right] \quad (2)$$

#### Permeabilidade ao Vapor de Água (PVA)

Determinada gravimetricamente a 25 °C ( $\pm 1$  °C), seguindo o método ASTM E96M-16 (24). Uma célula de acrílico com biocompósitos foi preenchida com cloreto de cálcio para atingir 0% de UR, e então colocada em um recipiente selado com solução saturada de NaCl, garantindo 75% de UR. Com essa configuração, estabeleceu-se uma diferença contínua de pressão de vapor d'água,  $\Delta P_\omega$ . Durante 72 h, monitorou-se o aumento de massa da célula, associado à taxa de água que permeou o biocompósitos ( $G$ ). Esse valor foi usado na Equação (3) para calcular a PVA.

$$PVA = \left[ \frac{G\delta}{A_e \Delta P_\omega} \right] \quad (3)$$

Onde:  $PVA$  é a permeabilidade de vapor de água do biocompósitos [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)];  $\delta$  é a espessura do biocompósitos (mm);  $A_e$  é a área da superfície exposta do biocompósitos (38,5x10<sup>-4</sup> m<sup>2</sup>);  $\Delta P_w$  é a diferença de pressão parcial através do biocompósitos (kPa); e  $G$  é o coeficiente angular da reta de ajuste aos pontos experimentais em um gráfico de massa versus tempo (g/dia).

#### *Espessura ( $\delta$ )*

Determinada com o auxílio de um micrômetro (Mitutoyo, modelo MDC-25S, resolução 0,001 mm, Japão). A espessura final foi calculada pela média aritmética de nove medidas aleatórias.

#### *Propriedades Mecânicas*

Avaliadas por meio de um ensaio de tração empregando o texturômetro TA.XT2, (Stable Microsystems SMD). O procedimento visou aferir a tensão de ruptura ( $\sigma$ ), alongação até a ruptura ( $\varepsilon$ ) e o módulo de Young ( $E$ ) dos biocompósitos, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelas normas da ASTM através do método D882-18 (25).

A tensão de ruptura ( $\sigma$ ) foi computada empregando a Equação 4, que descreve a relação entre a força máxima de ruptura do biocompósitos e a área da seção transversal da amostra:

$$\sigma = \frac{F_{m\acute{a}x}}{A} \quad (4)$$

Onde:  $\sigma$  é a tensão na ruptura (MPa);  $F_{m\acute{a}x}$  é a força máxima no momento da ruptura (N); e  $A$  é a área da seção transversal do biocompósitos (mm<sup>2</sup>).

A alongação até a ruptura ( $\varepsilon$ ) foi determinada pela Equação 5, que define a deformação elástica longitudinal como a variação percentual do comprimento inicial do material:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100 \quad (5)$$

Onde:  $\varepsilon$  é a deformação elástica longitudinal (%);  $\Delta l$  é a distância final de separação da garra (mm); e  $l_0$  é a distância inicial de separação (mm).

O módulo de elasticidade, também conhecido como módulo de Young ( $E$ ), é uma medida da rigidez de um material quando submetido a uma tensão externa de tração ou compressão. Em termos simples, é a razão entre a tensão aplicada e a deformação resultante, assumindo um comportamento linear, como mostrado na Equação 6:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

Onde:  $E$  é o módulo de elasticidade ou módulo de Young (MPa);  $\sigma$  é a tensão na ruptura (MPa); e  $\varepsilon$  é a deformação elástica longitudinal (%).

#### *Teor de Carotenoides*

A quantificação do teor total de carotenoides foi realizada utilizando o método proposto originalmente por Rodriguez-Amaya (26), que se baseia na extração com acetona e subsequente separação com éter de petróleo. As leituras de cor foram efetuadas por meio

de um espectrofotômetro (modelo DU-7-B340, Beckman, Krefeld, Alemanha) em um comprimento de onda de 450 nm, correspondente ao  $\beta$ -caroteno. Utilizou-se éter de petróleo puro como referência (branco). O modelo matemático empregado foi derivado da Equação 7.

$$\text{Carotenoides Totais} = \frac{\text{Abs} \cdot V \cdot 10^6}{A_{1\text{cm}}^{1\%} \cdot m \cdot 100} \quad (7)$$

Os carotenoides totais foram expressos em (mg/g); no qual o  $V$  representa o volume da diluição (mL);  $\text{Abs}$  implica na máxima absorvância média; o  $A_{1\text{cm}}^{1\%} = 2592$  significa absorvância para o  $\beta$ -caroteno em éter de petróleo, por fim,  $m$  é a massa da amostra (g).

#### *Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)*

As análises do alginato de sódio, gelatina, MCB, assim como dos biocompósitos de buriti e murici, foram realizados utilizando um espectrômetro (modelo IRPrestige-21, Shimadzu). A varredura foi realizada no intervalo de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , operando no modo ATR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise visual e subjetiva dos biocompósitos com extrato de murici e buriti está apresentada na Figura 1 e descrita quanto a continuidade, homogeneidade, transparência e flexibilidade na Tabela 2. Os biocompósitos produzidos com extrato de buriti exibiram uma tonalidade marrom, resultado da uniformidade na coloração amarronzada oriunda do mesocarpo do coco babaçu e do alginato de sódio (Figura 1a). Por outro lado, os biocompósitos produzidos com extrato de murici apresentaram uma tonalidade amarelada, devido à predominância da cor amarela primária da polpa do murici (Figura 1b).

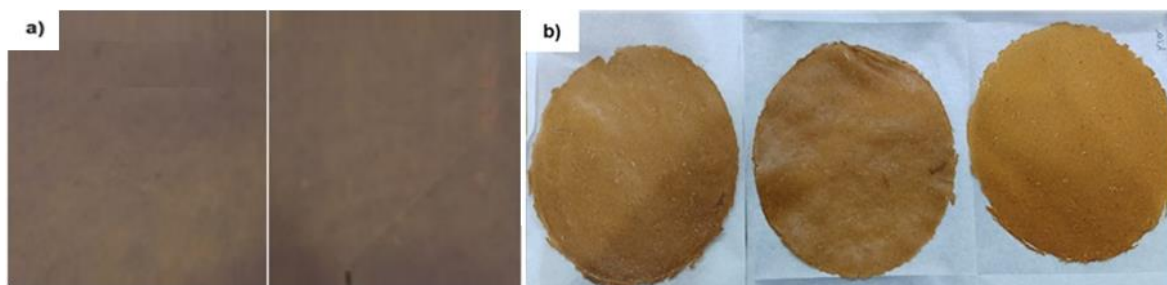


Figura 1 – Biocompósitos à base de gelatina e mesocarpo do coco babaçu adicionados de compostos bioativos de buriti (a) e murici (b).

Tabela 2 – Avaliação subjetiva dos biocompósitos à base de gelatina e mesocarpo do coco babaçu adicionados de compostos bioativos de buriti e murici

Ensaio	Continuidade	Homogeneidade	Transparência	Flexibilidade
<b>Extrato de Buriti</b>				
1	++++	++++	++	++++
2	++	+++	+++	++++
3	+++	++++	+++	++++
<b>Extrato de Murici</b>				
4	++++	+++	+++	++++
5	++++	++++	+++	++++

++++ excelente, +++ bom, ++ regular, + ruim

Todas as formulações contendo extrato de buriti demonstraram excelente aspecto visual e uma textura tátil agradável, apresentando consistência adequada e resistindo a rupturas que poderiam comprometer a resistência mecânica e a permeabilidade. Devido à baixa concentração do extrato de murici, a textura apresentou-se ligeiramente áspera, resultando em pequenas rupturas e falhas. No entanto, devido à sua menor espessura, esses biocompósitos mostraram-se mais flexíveis em comparação com os filmes feitos com extrato de buriti. Quanto ao odor, os biocompósitos exibiram um aroma agradável, assemelhando-se ao aroma dos extratos utilizados em sua fabricação.

A análise dos espectros de Infravermelho do alginato, gelatina, MCB e dos biocompósitos com extrato de buriti e murici, estão ilustrados na Figura 2.

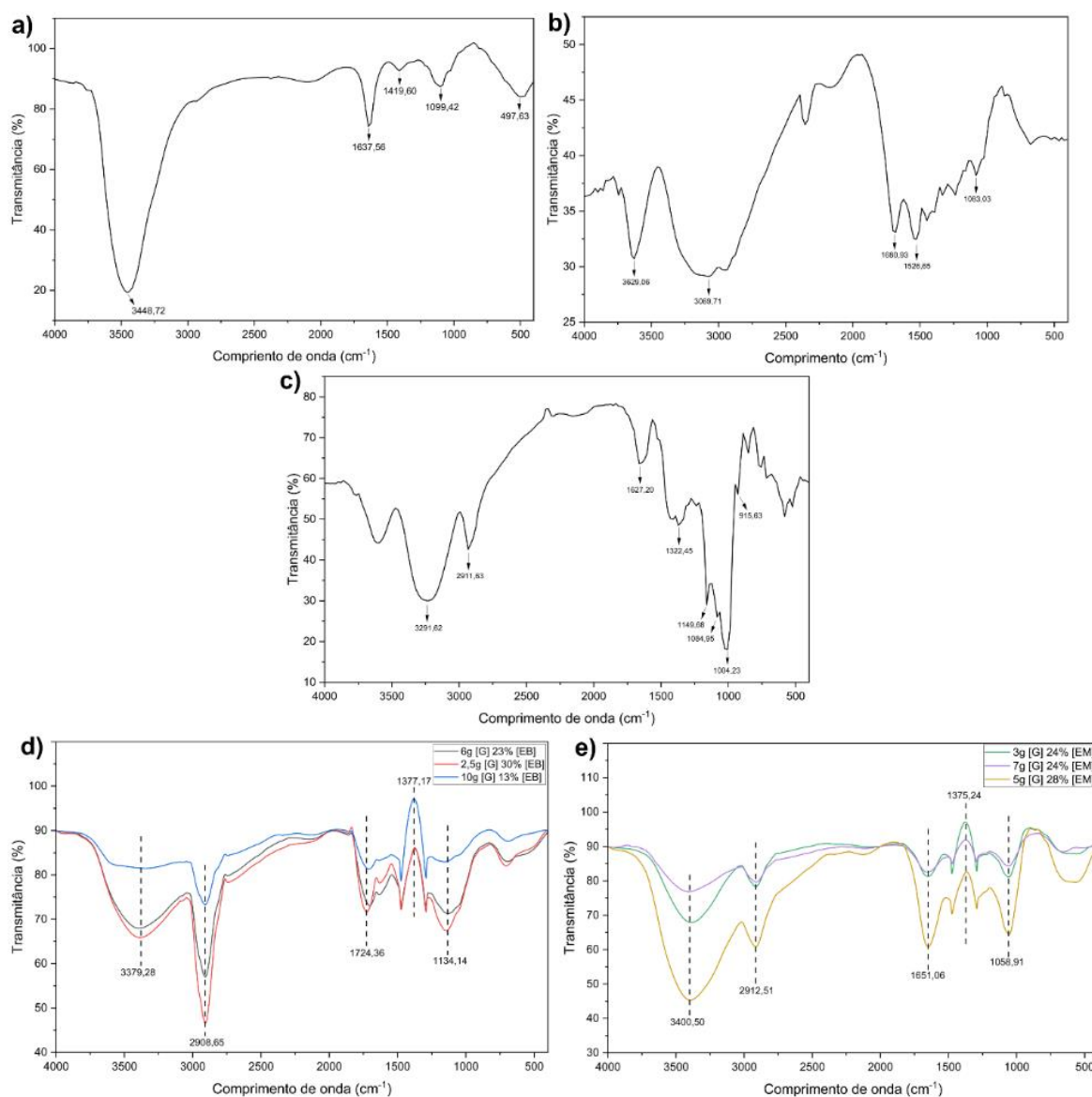


Figura 2 – Espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier das matrizes e dos biocompósitos: a) Alginato de sódio, b) Gelatina, c) Mesocarpo de coco babaçu, d) Biocompósitos de extrato de buriti, e) Biocompósitos de extrato de murici.

O alginato de sódio (Figura 2a) apresenta absorções em  $3448\text{ cm}^{-1}$ , correspondentes a grupos  $\text{-OH}$ ,  $1637\text{ cm}^{-1}$ , associados a  $\text{COO}$  assimétrico,  $1419\text{ cm}^{-1}$ , relacionados a  $\text{COO}$  simétrico, e  $1099\text{ cm}^{-1}$ , indicativos de ligações  $\text{C-O}$  (27). A gelatina (Figura 2b) exibe absorções em  $3629\text{ cm}^{-1}$ , que podem estar relacionadas a diversas ligações químicas, como ligações triplas  $\text{C}\equiv\text{C}$ , ligações duplas  $\text{C}=\text{C}$  ou ligações  $\text{N}\equiv\text{N}$ . Um pico em torno de  $3069\text{ cm}^{-1}$  sugere a presença de ligações  $\text{C-H}$ , similares às encontradas em alquenos ou alquinos, ou associadas a grupos funcionais contendo ligações  $\text{C-H}$  (28). A banda em  $1680\text{ cm}^{-1}$  é característica das vibrações de estiramento das ligações  $\text{C=O}$ . Com um comprimento de onda próximo a  $1526\text{ cm}^{-1}$ , é provável que este pico esteja associado a ligações  $\text{N-H}$ , indicando a presença de aminas, amidas ou grupos amino em proteínas. A faixa em  $1083\text{ cm}^{-1}$  está relacionada às vibrações de flexão de grupos funcionais que incluem ligações  $\text{C-O-H}$  e grupos  $\text{CH}_2$  (29)(30).

No caso do MCB (Figura 2c), são observadas distintas absorções espectrais. A absorção em  $3291\text{ cm}^{-1}$  é atribuída às vibrações de estiramento das ligações de hidrogênio, correlacionadas com os grupos hidroxila presentes nas estruturas intramoleculares e intermoleculares do mesocarpo ( $\text{O-H}$ ). A banda em  $2911\text{ cm}^{-1}$  ( $\text{CH}_2$ ) é associada aos lipídios, enquanto a absorção em  $1627\text{ cm}^{-1}$  indica as vibrações de flexão da ligação  $\text{O-H}$  ( $\text{H}_2\text{O}$  adsorvida,  $\text{C=O}$ ) (31). A banda em  $1322\text{ cm}^{-1}$  está relacionada com as vibrações ( $\text{N-H}$ ,  $\text{C-H}$ ) ligadas aos polissacarídeos. A faixa de  $1200\text{-}600\text{ cm}^{-1}$  é característica dos carboidratos (16).

No contexto dos biocompósitos, observou-se que, alguns picos são semelhantes aos encontrados para o alginato, MCB e a gelatina, com a repetição de alguns grupos funcionais. Com o extrato de buriti (Figura 2d), o pico em  $3379\text{ cm}^{-1}$  sugere a presença de grupos  $\text{-OH}$  (27). O pico em  $2908\text{ cm}^{-1}$  sugere a existência de grupos  $\text{CH}_2$ , possivelmente associados a lipídios (31). O pico em  $1724\text{ cm}^{-1}$  está próximo à região de  $1637\text{ cm}^{-1}$  do alginato de sódio, sugerindo a presença de vibrações de estiramento das ligações  $\text{C=O}$  (27). O pico em  $1377\text{ cm}^{-1}$  pode estar relacionado com grupos  $\text{N-H}$  ou  $\text{C-H}$  ligados aos polissacarídeos, enquanto o pico em  $1134\text{ cm}^{-1}$  indica a presença de carboidratos presentes no MCB (16).

Quanto aos biocompósitos com extrato de murici (Figura 2e), observam-se semelhanças e diferenças em relação aos biocompósitos de buriti. O pico em  $3400\text{ cm}^{-1}$ , semelhante ao do alginato de sódio, está associado a grupos  $\text{-OH}$  (27). O pico em  $2912\text{ cm}^{-1}$ , próximo ao pico do MCB, sugere a presença de grupos  $\text{CH}_2$  associados a lipídios (31). O pico em  $1651\text{ cm}^{-1}$ , indicando vibrações de flexão da ligação  $\text{O-H}$  e/ou ligações  $\text{C=O}$ . O pico em  $1375\text{ cm}^{-1}$ , semelhante ao dos biocompósitos de buriti, pode estar relacionado a grupos  $\text{N-H}$  ou  $\text{C-H}$  ligados a polissacarídeos (16). O pico em  $1058\text{ cm}^{-1}$ , indicando a presença de grupos  $\text{C-O-H}$  e  $\text{CH}_2$ .

A Tabela 3 apresenta as propriedades físico-químicas dos biocompósitos produzidos com adição de extrato de buriti e murici. Em relação à umidade, que é uma característica física fundamental na preservação de alimentos, é importante notar que muitos processos de deterioração alimentar podem estar associados ao ganho ou à perda de umidade. Alterações não controladas no teor de umidade resultam em mudanças tanto físicas quanto químicas nos



produtos, o que pode levar à perda de nutrientes, modificações nas características organolépticas (tais como cor, odor e sabor), além de promover o crescimento microbiano, a oxidação de gorduras, a ação enzimática e o escurecimento não enzimático (32).

Foi observada uma variação no teor de umidade entre 33% e 41% nos biocompósitos contendo extrato de buriti, nos ensaios 1 e 3, respectivamente. Isso pode ser considerado satisfatório, uma vez que os filmes feitos com gelatina, mesocarpo e alginato tendem a ser hidrofílicos e, portanto, apresentam um alto teor de umidade. Por outro lado, nos biocompósitos com extrato de murici (ensaios 4 ao 6), o ensaio 6 obteve a menor variação no teor de umidade, com 14,82%, enquanto o ensaio 5 registrou o maior, com 43%. Esses valores se mostram superiores ao teor médio de umidade obtido por Turbiani (33), que foi de 19,5% para biocompósitos feitos à base de alginato de sódio e reticulados com cloreto de cálcio. Segundo Chivrac et al. (34), um fator que influencia significativamente a umidade de um biocompósito é a umidade relativa do local de armazenamento, assim como o teor de glicerol, que é um composto higroscópico e contribui prontamente para a umidade do filme, dependendo de sua concentração.

Tabela 3 – Avaliação física e química dos biocompósitos

Ensaio	$\omega$ (%)	S (%)	PVA*	$\delta$ (mm)	CT ( $\mu\text{g/g}$ )
<b>Extrato de Buriti</b>					
1	41,479±0,052	31,347±0,028	16,059±10,706	0,527±0,022	22,558±0,854
2	34,541±0,021	23,510±0,025	9,203±0,243	0,440±0,098	25,414±0,425
3	33,126±0,005	22,109±0,046	7,887±1,646	0,365±0,037	9,492±0,227
<b>Extrato de Murici</b>					
4	38,331±0,110	29,072±0,021	4,801±1,347	0,226±0,020	202,957±29,45
5	43,873±0,223	21,080±0,037	34,937±8,208	0,217±0,013	154,066±4,382
6	14,824±0,049	22,011±0,022	8,196±0,715	0,191±0,015	6,305±0,084

\*[(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)]

Quanto à solubilidade em água, foram observadas variações entre 22% e 31% nos biocompósitos com extrato de buriti, e entre 21% e 29% com extrato de murici. Esse comportamento pode ser atribuído ao alto teor de água presente nos frutos (35)(36) e à natureza hidrofílica dos outros componentes, o que pode ser vantajoso para aplicações específicas. De acordo com Janjarasskul et al. (37), biocompósitos com altos índices de solubilidade são adequados para a produção de embalagens que requerem rápida degradação. Um exemplo são as embalagens comestíveis, que não precisam necessariamente de baixa solubilidade em água. Isso as torna ideais para alimentos secos ou desidratados, permitindo que sejam consumidos junto com a embalagem.

A determinação da espessura de um biocompósito é fundamental para sua aplicação em embalagens de alimentos, uma vez que essa medida impacta diretamente o desempenho do produto, contribui para a otimização dos processos de fabricação e garante as propriedades funcionais do material (38). Além disso, é importante que haja precisão na sua determinação, pois seus dados funcionam como base para o cálculo de diversas propriedades e são fundamentais para análises de repetibilidade (39).

No presente estudo, foram observadas variações de 0,36 a 0,52 mm na espessura dos biocompósitos contendo extrato de buriti, enquanto nos biocompósitos com extrato de murici, as variações foram de 0,19 a 0,22 mm. Essa diferença pode estar relacionada ao teor

de água presente em cada fruto e a quantidade de MCB e alginato adicionados. O buriti, que possui um teor ligeiramente menor de água (35) em comparação com o murici (36), resultou em biocompósitos com uma estrutura menos porosa e, conseqüentemente, com menor teor de umidade residual. Durante o processo de secagem, a água evaporou de maneira mais lenta e menos uniforme, levando a uma contração menos pronunciada e, portanto, a uma maior variação na espessura.

Os resultados da permeabilidade ao vapor de água (PVA) dos biocompósitos com extrato de buriti variaram entre 7,88 e 16,05, enquanto os biocompósitos com extrato de murici variaram de 4,80 a 34,93 [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)]. Esses valores foram considerados baixos de acordo com Krochta e Mulder-Johnston (40), que determinaram que valores de PVA entre 10-100 são considerados baixos, de 0,10-10 moderados e de 0,01-0,10 [(g.mm)/(m<sup>2</sup>.dia.kPa)] são considerados bons. No o ensaio 5, apresentou uma PVA significativamente alta; isso pode ter ocorrido devido à alta porosidade no biocompósito, permitindo que o vapor de água atravessasse o material mais livremente. Embora isso possa ser útil para permitir a troca adequada de umidade e gases, pode não ser desejável para embalar alimentos sensíveis à umidade.

Os biocompósitos contendo extrato de buriti apresentaram resultados variando entre 9,49 e 25,41 µg/g para carotenoides totais, enquanto para os biocompósitos com extrato de murici, as variações foram de 154,066 a 202,957 µg/g. É importante destacar que os alimentos precisam conter pelo menos 20 µg/g de carotenoides para serem considerados uma fonte adequada desses compostos (26). Portanto, em alguns casos experimentais, é possível obter valores iguais ou superiores a esse limiar, o que os torna adequados para uso em embalagens de alimentos (26). Os resultados obtidos para os biocompósitos com extrato de murici estão próximos dos encontrados por Alves et al. (41), que realizaram análises de carotenoides totais em casca, polpa e semente de murici, encontrando valores médios de 12,60 a 129,62 µg/g.

Essas diferenças nos teores de carotenoides entre os biocompósitos podem ser atribuídas ao cultivo do fruto, incluindo a nutrição da planta e as condições climáticas, que influenciam na composição final do fruto. Considerando essas informações, os biocompósitos que alcançaram valores de carotenoides totais superiores ao necessário mostram-se promissores para serem utilizados como embalagens. No entanto, os biocompósitos com valores menores não devem ser desprezados, pois apresentaram desempenho regular em outras análises.

A compreensão das propriedades mecânicas de estruturas poliméricas é suma importância para avaliar a qualidade dos materiais empregados em embalagens de alimentos. Os parâmetros mecânicos, químicos e estruturais dos polímeros têm um impacto direto em suas características mecânicas (42). Ao analisar os dados na Tabela 4, nota-se que os resultados da tensão de ruptura dos biocompósitos contendo extrato de buriti variam entre 0,83 e 1,47 MPa, enquanto os biocompósitos com extrato de murici variam de 0,27 a 1,05 MPa. Esse aumento pode ser atribuído à presença de gelatina, especialmente nos ensaios 3 e 6, que atuou como agente de reforço na matriz do biocompósito.

A alongação para os biocompósitos com extrato de buriti variou entre 1,06% e 1,55%, enquanto para o murici variou de 1,01% a 1,65%, mostrando-se estatisticamente

próximos. No entanto, os valores do módulo de Young apresentaram diferenças significativas, variaram entre 73,68 e 93,48 MPa para o extrato de buriti, indicando uma maior rigidez e resistência do biocompósito à deformação, em comparação com o extrato de murici, que variou entre 11,32 e 17,58 MPa. Uma maior rigidez pode limitar a capacidade de deformação do material antes de ocorrer a ruptura (43)(44), e essa característica foi observada nos biocompósitos com extrato de murici. Além disso, a presença do plastificante e do reticulante teve um impacto positivo nessas propriedades. Portanto, para aplicações em embalagens que não exigem alta resistência mecânica, esses biocompósitos mostram-se vantajosos devido à sua natureza biodegradável.

Tabela 4 – Propriedades mecânicas: tensão de ruptura ( $\sigma$ ), módulo de Young (E), alongação ( $\epsilon$ ).

Ensaio	$\sigma$ (MPa)	E (MPa)	$\epsilon$ (%)
<b>Extrato de Buriti</b>			
1	0,836±0,193	73,684±17,189	1,061±0,030
2	1,037±0,107	93,481±6,011	1,070±0,050
3	1,475±0,582	84,582±29,191	1,552±0,217
<b>Extrato de Murici</b>			
4	1,757±0,07	17,5803±0,988	1,652±0,015
5	1,990±0,014	11,3242±1,793	1,003±0,128
6	2,304±0,015	16,2745±2,385	1,012±0,763

## CONCLUSÕES

Neste estudo, foi explorado várias propriedades dos biocompósitos produzidos com a adição de extratos de buriti e murici. Observou-se que apresentaram níveis de umidade aceitáveis, levando em conta sua composição hidrofílica. Essa característica pode ser benéfica em aplicações relacionadas à preservação de alimentos, onde a manutenção do teor de umidade é importante para prevenir a deterioração. Quanto à solubilidade em água, os biocompósitos demonstraram ser adequados para embalagens que requerem rápida degradação. Isso os torna promissores para cenários, onde o alimento é consumido com a embalagem. Um exemplo são os doces e balas que, ao serem envolvidos por embalagens comestíveis, proporcionam praticidade e contribuem para a redução de resíduos.

A permeabilidade ao vapor de água variou significativamente, indicando que esses biocompósitos podem não ser adequados para todas as aplicações de embalagens, especialmente aquelas que exigem barreiras mais eficazes contra a umidade. Os biocompósitos demonstraram teores de carotenoides totais que atendem aos requisitos mínimos para serem considerados uma fonte desses compostos.

As propriedades mecânicas, como a tensão de ruptura e a alongação na ruptura, ficaram abaixo do esperado, sugerindo que podem ser menos resistentes e menos elásticos do que o desejado para algumas aplicações. Portanto, os resultados destacam a versatilidade desses biocompósitos, que possuem características adequadas para determinadas aplicações, como embalagens projetadas para alimentos de alta umidade e susceptíveis à rápida degradação. Tais embalagens são ideais para frutas frescas cortadas, saladas prontas para o consumo e alimentos cozidos que requerem proteção contra a perda de umidade.

No entanto, é essencial considerar suas limitações em termos de propriedades mecânicas e barreira ao vapor de água ao escolher esses materiais para aplicações

específicas, tais como embalagens para alimentos secos ou produtos que requerem longa vida de prateleira sob condições de baixa umidade. Embalagens para grãos, nozes, e snacks secos podem não se beneficiar tanto dessas características, requerendo materiais com melhores propriedades de barreira ao vapor de água e maior resistência mecânica.

O refinamento contínuo e a otimização da formulação podem ser necessários para atender aos padrões de desempenho desejados em cenários específicos de uso, como por exemplo, a adição de nanocelulose ou nanopartículas de sílica para melhorar as propriedades mecânicas e a barreira ao vapor de água. Além disso, a incorporação de agentes de reticulação pode aumentar a resistência à água e à umidade, tornando os biocompósitos mais adequados para uma gama mais ampla de aplicações de embalagem. Tais estratégias de melhoria visam expandir as possibilidades de uso dos biocompósitos no setor de embalagens, oferecendo soluções mais versáteis e sustentáveis para o mercado.

## **AGRADECIMENTOS**

À UFMA (Universidade Federal do Maranhão); À Central Analítica de Química da UFMA; Ao Laboratório de Processos da UFMA; LEPPBio (Laboratório de Engenharia de Produtos e Processos em Biorrecursos) da UFMA, pela infraestrutura para a realização da pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

1. Landim APM, Bernardo CO, Martins IBA, Francisco MR, Santos MB, Melo NRD. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*. 2016;26:82–92.
2. Geyer R, Jambeck J, Law K. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*. 2017;3:e1700782.
3. Rosa DS, Franco BLM, Calil MR. Biodegradabilidade e propriedades mecânicas de novas misturas poliméricas. *Polímeros*. 2001;11:82–8.
4. Said NS, Sarbon NM. Response surface methodology (RSM) of chicken skin gelatin based composite films with rice starch and curcumin incorporation. *Polymer Testing*. 2020;81:106161.
5. Gómez-Guillén MC, Pérez-Mateos M, Gómez-Estaca J, López-Caballero E, Giménez B, Montero P. Fish gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. *Trends in Food Science & Technology*. 2009;20(1):3–16.
6. Ramos M, Valdés A, Beltrán A, Garrigós MC. Gelatin-Based Films and Coatings for Food Packaging Applications. *Coatings*. 2016;6(4):41.
7. Said NS, Howell NK, Sarbon NM. A Review on Potential Use of Gelatin-based Film as Active and Smart Biodegradable Films for Food Packaging Application. *Food*

- Reviews International.2023;39(2):1063–85.
8. Araghi M, Moslehi Z, Mohammadi Nafchi A, Mostahsan A, Salamat N, Daraei Garmakhany A. Cold water fish gelatin modification by a natural phenolic cross-linker (ferulic acid and caffeic acid). *Food Science & Nutrition*. 2015;3(5):370–5.
  9. Raposo AK da S, Paixão LC, Rocha AA, Lopes IA, Santos GAS, Ribeiro GAC, et al. Characterization of Biodegradable Films Produced from Mixtures of Alginate, Starch and Babassu Fibers. *J Polym Environ*. 2021;29(4):1212–26.
  10. Lopes IA, Coelho Paixão L, Souza da Silva LJ, Almeida Rocha A, D. Barros Filho AK, Amorim Santana A. Elaboration and characterization of biopolymer films with alginate and babassu coconut mesocarp. *Carbohydrate Polymers*. 2020;234:115747.
  11. Santana AA, Martin LGP, de Oliveira RA, Kurozawa LE, Park KJ. Spray drying of babassu coconut milk using different carrier agents. *Drying Technology*. 2017;35(1):76–87.
  12. Saraiva Rodrigues SC, Silva AS da, Carvalho LH de, Alves TS, Barbosa R. Morphological, structural, thermal properties of a native starch obtained from babassu mesocarp for food packaging application. *Journal of Materials Research and Technology*. 2020;9(6):15670–8.
  13. Siepman J, Peppas NA. Modeling of drug release from delivery systems based on hydroxypropyl methylcellulose (HPMC). *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2001;48(2):139–57.
  14. Do Nascimento Silva NRR, Cavalcante RBM, da Silva FA. Nutritional properties of Buriti (*Mauritia flexuosa*) and health benefits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023;117:105092.
  15. Souza JLDC, Silva LBE, Reges NPR, Mota EES, Leonídio RL. Caracterização física e química de gabioba e murici. *Revista de Ciências Agrárias*. 2019;792-800 Pages.
  16. Maniglia BC, Tapia-Blácido DR. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. *Food Hydrocolloids*. 2016;55:47–55.
  17. Liu S, Qiao S, Zhu J, Yang Y, Chen H, Dai H, et al. Enhanced barrier and antioxidant properties of gelatin films by structural-colored bioactive materials for food packaging. *Food Hydrocolloids*. 2024;150:109744.
  18. Souza JLDC, Silva LBE, Reges NPR, Mota EES, Leonídio RL. Caracterização física e química de gabioba e murici. *Revista de Ciências Agrárias*. 2019;792-800 Pages.
  19. Pires FCS, Silva AP de S e, Salazar M de los AR, Costa WA da, Costa HSC da, Lopes AS, et al. Determination of process parameters and bioactive properties of the

- murici pulp (*Byrsonima crassifolia*) extracts obtained by supercritical extraction. *The Journal of Supercritical Fluids*. 2019;146:128–35.
20. Bueno CZ, Moraes ÂM. Influence of the incorporation of the antimicrobial agent polyhexamethylene biguanide on the properties of dense and porous chitosan-alginate membranes. *Materials Science and Engineering: C*. 2018;93:671–8.
  21. Li JH, Miao J, Wu JL, Chen SF, Zhang QQ. Preparation and characterization of active gelatin-based films incorporated with natural antioxidants. *Food Hydrocolloids*. 2014;37:166–73.
  22. AOAC International. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 2007,17.
  23. Irissin-Mangata J, Bauduin G, Boutevin B, Gontard N. New plasticizers for wheat gluten films. *European Polymer Journal*. 2001;37(8):1533–1541.
  24. ASTM International. *ASTM E96/E96M. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*. 2016.
  25. ASTM International. *ASTM D882. Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*, 2018.
  26. Rodriguez-Amaya DB. *A Guide to Carotenoid Analysis in Foods* [Internet]. Washington, D.C.: International Life Sciences Institute; 2001 [acesso em 2024 Jan 28]. Disponível em: [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/pnacq929.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnacq929.pdf)
  27. Pereira R, Tojeira A, Vaz DC, Mendes A, Bártolo P. Preparation and Characterization of Films Based on Alginate and Aloe Vera. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*. 2011;16(7):449–464.
  28. Zhang N, Liu X, Yu L, Shanks R, Petinaks E, Liu H. Phase composition and interface of starch–gelatin blends studied by synchrotron FTIR micro-spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*. 2013;95(2):649–53.
  29. Zhang NZ, Shanks R, Liu XX, Yu L. Phase Composition of Starch-Gelatin Blends Studied by FTIR. *AMR*. 2014;875–877:106–9.
  30. Jariyah, Yulistiani R, Afdilah SW, Mas’udah KW. Detection of Pork Gelatin in Jelly Candy Using Fourier Transform Infrared (FTIR) and Polymerase Chain Reaction (PCR). *E3S Web Conf*. 2021;328:01006.
  31. Da Silva LRC, Alves TS, Barbosa R, Morisso FDP, Rios A de O, Santana RMC. Characterization of Babassu Mesocarp Flour as Potential Bio-Reinforcement for Poly(Lactic Acid). *Journal of Food Industry*. 2023;7:1.



32. Petikirige J, Karim A, Millar G. Effect of drying techniques on quality and sensory properties of tropical fruits. *International Journal of Food Science & Technology*. 2022;57(11):6963–79.
33. Turbiani FRB, Kieckbusch TG, Gimenes ML. Liberação de benzoato de cálcio de filmes de alginato de sódio reticulados com íons cálcio. *Polímeros*. 2011;21:175–81.
34. Chivrac F, Pollet E, Dole P, Avérous L. Starch-based nano-biocomposites: Plasticizer impact on the montmorillonite exfoliation process. *Carbohydrate Polymers*. 2010;79(4):941–7.
35. Sandri DDO, Xisto ALRP, Rodrigues EC, De Moraes EC, De Barros, WM. Antioxidant Activity and Physicochemical Characteristics of Buriti Pulp (*Mauritia Flexuosa*) Collected in the City of Diamantino – Mts1. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2017;39(3).
36. Guimarães MM, Silva, MS. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2008;28(4):817–821.
37. Janjarasskul T, Tananuwong K, Phupoksakul T, Thaiphanit S. Fast dissolving, hermetically sealable, edible whey protein isolate-based films for instant food and/or dry ingredient pouches. *LWT*. 2020;134:110102.
38. Shakoury R, Talebani N, Zelati A, Țălu Ș, Arman A, Mirzaei S, Jafari A. The effect of thickness and film homogeneity on the optical and microstructures of the ZrO<sub>2</sub> thin films prepared by electron beam evaporation method. *Optical and Quantum Electronics*, 2021;53(8):441.
39. Santana AA, Kieckbusch TG. Physical evaluation of biodegradable films of calcium alginate plasticized with polyols. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 2013;30(4):835–845.
40. Krochta JM, De Mulder-Johnston C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology*. 1996;51(2):61-74.
41. Alves VM, Dias LG, Abreu DJM de, Braga LP, Silva NFD, Calixto LM, et al. Análise de Carotenoides Totais em Casca, Polpa e Semente de Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Rich) [Internet]. Galoá; 2017 [acesso em 2024 Jan 28]. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2017/papers/analise-de-carotenoides-totais-em-casca-polpa-e-semente-de-murici-byrsonima-cras?lang=en>
42. Paixão LC, Lopes IA, Barros Filho AKD, Santana AA. Alginate biofilms plasticized with hydrophilic and hydrophobic plasticizers for application in food packaging. *Journal of Applied Polymer Science*. 2019;136;48:48263.

43. Shanmathy M, Mohanta M, Thirugnanam A. Development of biodegradable bioplastic films from Taro starch reinforced with bentonite. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*. 2021;2:100173.
44. Taroszczyk H, Gottfried K, Pańczyk EM, Kolodziejska I. Clay-filled starch films. Part I: Effect of clay kind and glycerol concentration on functional properties of composites. *Starch*. 2017;69(1–2):1500325.



ISBN 978-658506217-6



9

786585

062176