



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**KELLEN MIRANDA SÁ**

**FITOALIMURGIA E SUSTENTABILIDADE: POTENCIAL TECNOLÓGICO E**  
**ALIMENTÍCIO DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)**  
*Pereskia aculeata* Mill. E *Cyperus esculentus* L. CULTIVADAS NO CEARÁ

**FORTALEZA**

**2025**

KELLEN MIRANDA SÁ

FITOALIMURGIA E SUSTENTABILIDADE: POTENCIAL TECNOLÓGICO E  
ALIMENTÍCIO DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)  
*Pereskia aculeata* Mill. E *Cyperus esculentus* L. CULTIVADAS NO CEARÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Alimentos de origem vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes.

Coorientadora: Profa. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S112f Sá, Kellen Miranda.  
Fitoalimurgia e sustentabilidade : potencial tecnológico e alimentício das plantas alimentícias não convencionais (PANC) *Pereskia aculeata* Mill. E *Cyperus esculentus* L. cultivadas no Ceará / Kellen Miranda Sá. – 2025.  
303 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Profa. Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes.  
Coorientação: Profa. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.
1. Fitoalimurgia. 2. Ora-pro-nóbis. 3. Junça. 4. Plantas alimentícias não convencionais. 5. Alimentos - Avaliação sensorial. I. Título.

KELLEN MIRANDA SÁ

FITOALIMURGIA E SUSTENTABILIDADE: POTENCIAL TECNOLÓGICO E  
ALIMENTÍCIO DAS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

*Pereskia aculeata* Mill. E *Cyperus esculentus* L. CULTIVADAS NO CEARÁ

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Alimentos de origem vegetal.

Aprovada em: 01/08/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Lucicleia Barros de Vasconcelos  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Marjory Lima Holanda Araújo  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Márcia Maria Leal de Medeiros  
Instituto Federal do Ceará (IFCE)

---

Profa. Dra. Patricia Beltão Lessa Constant  
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

A Deus.

Ao meu marido e aos meus filhos, pelo amor,  
compreensão e apoio nesse projeto familiar.

Aos meus pais, por dedicarem suas vidas à  
minha educação, às minhas irmãs, à tia Tuta,  
aos meus sobrinhos e demais parentes.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Ministério da Educação (MEC), à Universidade Federal do Ceará e à Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento (PPGCTA).

À Profa. Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes, pela orientação, amizade, estímulo, exemplo, compreensão e dedicação.

À Profa. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira, pela coorientação, pelo apoio, amizade, exemplo, compreensão e permissão de conciliação com meu trabalho no Horto UFC.

À Profa. Dra. Maria Nilka de Oliveira, pelas correções, apoio, amizade, exemplo, compreensão e dedicação.

Ao meu amigo Esp. Francisco de Sales Lima, pela amizade, incentivo e ajuda, principalmente no cultivo e colheita da junça que possibilitou a realização desse trabalho.

Ao meu amigo Dr. Marcos Venânces Leão, pela amizade, incentivo e ajuda para a concepção desse trabalho na área de ciência e tecnologia de alimentos.

Aos colegas Marcos e Eveline, do Ecosítio Juazeiro, pela ajuda no cultivo agroflorestal e colheita da ora-pro-nóbis utilizada nesse trabalho.

Aos queridos colegas e professores Dr. Paulo Henrique Machado (UFC), Dr. Ronald Nojosa (UFC), Dr. Ítalo Coutinho (UFC), Dr. Said Fonseca (UFC), MSc. Ádrian Mota (UFC), Dra. Rosemary Freire (UFC), Dr. Diogo Viana (Embrapa) e Dra. Regina Dourado (Unifor) pela amizade, empatia e colaboração para que esse trabalho se realizasse.

Aos amigos do LABCERT, especialmente, MSc. Yago de Oliveira, MSc. Izabel Ferreira, Dra. Claudilane Pontes, Lucas Pontes e Alane da Hora pela amizade, empatia e colaboração para que esse trabalho se realizasse.

Aos amigos do Horto Abreu Matos, especialmente, MSc. Igor Soares, MSc. Rafaela Gomes, Esp. Amélia Ramos e Dra. Patrícia Georgina pela amizade, empatia e colaboração. Aos graduandos em farmácia Afonso, Gabriel, Carol Fachine e Bruna.

Aos professores da banca examinadora pelo tempo de vida dedicado à leitura dessa tese e valiosas colaborações.

À Central Analítica (UFC) pela possibilidade de realização das análises de MEV e à Universidade de Fortaleza (Unifor) pela possibilidade de realização das análises de FTIR.

Ao povo brasileiro.

"Precisamos de novas escolhas — novos produtos que equilibrem as necessidades de indivíduos e da sociedade como um todo; novas ideias que lidem com os desafios globais de saúde, pobreza e educação" (Brown, 2020, p. 8).

“A ideia de nós, os humanos, nos descolarmos da terra, vivendo numa abstração civilizatória, é absurda. Ela suprime a diversidade, nega a pluralidade das formas de vida, de existência e de hábitos” (Krenak, 2019, p. 22).

## RESUMO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) apresentam grande potencial para diversificar a dieta e contribuir para a segurança alimentar no Brasil. Muitas dessas espécies, além de serem nutricionalmente mais ricas que as plantas da agricultura convencional, encontram-se no âmbito da fitoalimurgia, ou seja, crescem espontaneamente como mato, estando amplamente adaptadas ao contexto edafoclimático local. A cactácea *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pro-nóbis) e a ciperácea *Cyperus esculentus* L. (junça ou tiririca amarela) são duas PANC de ocorrência no Nordeste com potencial para inserção no cardápio diário da população local, pois são amplamente distribuídas na região e resistentes ao clima semiárido. Esta pesquisa se concentrou no campo da fitoalimurgia para investigar e compreender o potencial químico-tecnológico, nutricional, sensorial e mercadológico das PANC, *P. aculeata* (folhas) e *C. esculentus* (tubérculos), sob cultivo no Ceará, abordando o desenvolvimento de um produto alimentício misto, com foco no incentivo à segurança alimentar e sustentabilidade na região. Metodologicamente, trata-se de um estudo prospectivo, de natureza exploratória-descritiva e experimental, com abordagem qualitativa e quantitativa. Considerando o foco multidimensional, o estudo assumiu a premissa de complementaridade onde as limitações foram minimizadas por uma combinação de técnicas. Visando caracterizar as matérias-primas vegetais e os produtos elaborados, realizou-se análises botânicas, químicas, biológicas, físicas e bioinformática. Para compreender holisticamente tendências, motivações e fatores mercadológicos relacionados, realizou-se análises cienciométricas, *survey* e grupo focal. A cidade de Fortaleza foi selecionada para aplicação do *survey* e grupo focal. Os ensaios experimentais evidenciaram que os tubérculos de *C. esculentus*, sob cultivo local, podem ser fontes acessíveis de carboidratos (49,93%), lipídios (19,27%) e fibras (13,56%), apresentando fitoquimicamente esteróis, triterpenos e alcaloides. As folhas de *P. aculeata* podem servir como fonte de proteínas (20,18%), fibras (10,86%) e flavonoides (56,90mg/100g), apresentando fitoquimicamente alcaloides, esteroides, triterpenos, taninos e heterósides. Ao associar essas duas PANC, em diferentes proporções com farinha de trigo, melhorou-se o perfil nutricional das farinhas mistas resultantes e dos produtos desenvolvidos, especialmente em fibras, proteínas, lipídios, compostos fenólicos e valor energético. Tecnicamente, essas farinhas mistas interferiram na formação da rede de glúten, o que resultou em alterações nos parâmetros reológicos da massa (farinográficos e extensográficos), bem como colorimétricos, limitando suas aplicações. Tais alterações não inviabilizaram a produção de biscoitos tipo *cookies* com boa aceitação sensorial e tecnológica. Esses achados corroboraram



com os dados encontrados nas investigações mercadológicas, quando se constatou que as tendências em pesquisas para essas PANC englobam atividade antioxidante, propriedades físicas, proteínas e amido. Essa atividade antioxidante também foi condicionante para aceitação da população entrevistada, que consome alimentos e produtos inovadores com foco principal na saúde. Porém, não se tem um reconhecimento popular dessas espécies da fitoalimurgia/PANC como fonte de alimento, pois a maioria dos entrevistados as desconhece, depreendendo-se como alienação em relação à biodiversidade circundante. Esta parece ser o principal motivador do preconceito e negligenciamento associados às PANC, onde experiências hedônicas com PANC (e seus produtos) podem tecer compreensões das variáveis socioculturais e cognitivas que influenciam respostas emocionais e comportamentais de consumo. Concluiu-se que as espécies *P. aculeata* e *C. esculentus* são viáveis para a ciência e tecnologia de alimentos, sendo importantes para a segurança alimentar e nutricional em regiões de clima semiárido. Também possuem potencial para inserção no cardápio da população. Seus usos podem promover o desenvolvimento regional associado, bem como dietas saudáveis, seguras, sustentáveis e inovadoras. Ressalta-se que estudos mais aprofundados são importantes para promover uma melhor utilização dessas espécies na ciência e tecnologia de alimentos.

**Palavras-chave:** PANC; segurança alimentar; fitoalimurgia; *Pereskia aculeata*; *Cyperus esculentus*.

## ABSTRACT

Non-Conventional Food Plants (NCFP) have great potential to diversify the diet and contribute to food security in Brazil. Many of these species, in addition to being nutritionally richer than conventionally cultivated plants, are found in the phytoalumurgical field, meaning they grow spontaneously as weeds and are widely adapted to the local soil and climate. The cactus *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pro-nóbis) and the sedge *Cyperus esculentus* L. (yellow sedge) are two NCFP found in the Northeast with potential for inclusion in the local population's daily diet, as they are widely distributed throughout the region and resistant to the semiarid climate. This research focused on the field of phytoalumnithrapy to investigate and understand the chemical-technological, nutritional, sensory, and market potential of NCFP (plants of the genus *P. aculeata*) and *C. esculentus* (tubers) cultivated in Ceará. It addressed the development of a mixed food product, focusing on promoting food security and sustainability in the region. Methodologically, this is a prospective, exploratory-descriptive, and experimental study with a qualitative and quantitative approach. Considering its multidimensional focus, the study assumed the premise of complementarity, where limitations were minimized by a combination of techniques. To characterize the plant raw materials and the products, botanical, chemical, biological, physical, and bioinformatics analyses were performed. To holistically understand trends, motivations, and related market factors, scientometric analyses, a survey, and a focus group were conducted. The city of Fortaleza was selected for the survey and focus group. Experimental trials showed that locally cultivated *C. esculentus* tubers can be accessible sources of carbohydrates (49.93%), lipids (19.27%), and fiber (13.56%), phytochemically containing sterols, triterpenes, and alkaloids. *P. aculeata* leaves can serve as a source of protein (20.18%), fiber (10.86%), and flavonoids (56,90mg/100g), phytochemically containing alkaloids, steroids, triterpenes, tannins, and heterosides. By combining these two NCFP in different proportions with wheat flour, the nutritional profile of the resulting blended flours and developed products was improved, especially in fiber, protein, lipids, phenolic compounds, and energy value. Technologically, these blended flours interfered gluten network formation, resulting in changes in dough rheological (farinographic and extensographic) and colorimetric parameters, limiting their applications. These changes did not hinder the production of cookies with good sensory and technological acceptance. These findings corroborate market research, which found that research trends for these NCFP encompass antioxidant activity, physical properties, proteins, and starch. This antioxidant activity also determined acceptance among the interviewed

population, which consumes innovative foods and products with a primary focus on health. However, there is no widespread recognition of these phytoalimurgy/NCFP species as a food source, as most interviewees are unfamiliar with them, reflecting a lack of awareness of the surrounding biodiversity. This appears to be the main driver of the prejudice and neglect associated with NCFP, where hedonic experiences with NCFP (and their products) can inform understandings of the sociocultural and cognitive variables that influence emotional and behavioral consumer responses. The conclusion is that the species *P. aculeata* and *C. esculentus* are viable for food science and technology and are important for food and nutritional security in semiarid regions. They also have the potential to be incorporated into the population's diet. Their uses can promote regional development, as well as healthy, safe, sustainable, and innovative diets. It is important to emphasize that further studies are important to promote better use of these species in food science and technology.

**Keywords:** NCFP; food safety; phytoalimurgy; *Pereskia aculeata*; *Cyperus esculentus*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Domínios fitogeográficos de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. no Brasil .....	37
Figura 2 - <i>Pereskia aculeata</i> Mill. (ora-pro-nóbis) .....	38
Figura 3 - <i>Cyperus esculentus</i> L. (junça) .....	47
Figura 4 - Domínios fitogeográficos de <i>Cyperus esculentus</i> L. no Brasil .....	48
Figura 5 - Fluxograma descrevendo o desenho do estudo.....	76
Figura 6 - Região de coleta da espécie <i>Pereskia aculeata</i> Mill., município de Eusébio, Ceará .....	79
Figura 7 - Registro da espécie <i>Pereskia aculeata</i> Mill. no Herbário Prisco Bezerra EAC-UFC .....	79
Figura 8 - Região de coleta da espécie <i>Cyperus esculentus</i> L., Campus do Pici-UFC, município de Fortaleza, Ceará .....	80
Figura 9 - Registro da espécie <i>Cyperus esculentus</i> L. no Herbário Prisco Bezerra EAC-UFC .....	81
Figura 10 - Folhas de ora-pro-nóbis ( <i>Pereskia aculeata</i> Mill.) pré e pós processamento.	82
Figura 11 - Fluxograma das etapas do processamento primário realizado com a espécie <i>P. aculeata</i> .....	83
Figura 12 - Tubérculos de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> L.) .....	86
Figura 13 - Fluxograma das etapas do processamento primário realizado com a espécie <i>C. esculentus</i> .....	85
Figura 14 - Fluxograma detalhando as etapas do preparo das farinhas mistas .....	87
Figura 15 - Fluxograma evidenciando o recorte do Fluxograma da pesquisa referente à Caracterização dos Ingredientes e da Massa .....	89
Figura 16 - Organograma ilustrativo que detalha as análises fitoquímicas realizadas no estudo .....	96
Figura 17 - Redução do radical livre DPPH por antioxidante .....	101
Figura 18 - Organograma ilustrativo que descreve de forma sucinta a determinação da capacidade antioxidante realizada no estudo .....	103

Figura 19 - Organograma esquemático do preparo das suspensões microbianas das cepas de microrganismos .....	105
Figura 20 - Oxirredução da Resazurina e Cor Rosa/Azul da Resazurina/Resofurina .....	106
Figura 21 - Fluxograma mostrando o método cienciométrico utilizado .....	111
Figura 22 - Fluxograma mostrando o método survey utilizado na análise de consumo ...	112
Figura 23 - Fluxograma mostrando a análise sensorial através de grupo focal .....	114
Figura 24 - Visualização macromorfológica das folhas frescas de <i>P. aculeata</i> .....	120
Figura 25 - Anatomia da folha de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. como observado por microscopia de luz em seções transversais .....	121
Figura 26 - Visualização macromorfológica de tubérculos frescos de <i>C. esculentus</i> .....	123
Figura 27 - Anatomia do tubérculo de <i>Cyperus esculentus</i> como observado por microscopia de luz em seções transversais (todas as figuras à exceção de E)	124
Figura 28 - Fotografias circulares em fundo preto das farinhas puras de folhas <i>P. aculeata</i> e tubérculos de <i>C. esculentus</i> .....	133
Figura 29 - Recortes de fotografias circulares em fundo preto evidenciando as cores e as texturas da farinha de trigo (FT100%) e das farinhas mistas .....	137
Figura 30 - Eletromicrografia de varredura da farinha da folha de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. desidratada em estufa de recirculação de ar a 45°C .....	139
Figura 31 - Eletromicrografia de varredura de farinha dos tubérculos de <i>Cyperus esculentus</i> L. desidratada em estufa de recirculação de ar a 45°C .....	140
Figura 32 - Micrografias de MEV da fécula extraída do tubérculo de <i>C. esculentus</i> .....	141
Figura 33 - Eletromicrografia de varredura da farinha de trigo (Padrão FT 100%) .....	142
Figura 34 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista OPNjun .....	143
Figura 35 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista OPNJUN .....	144
Figura 36 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista opnJUN .....	145
Figura 37 - Espectros de infravermelho de farinhas de folhas de <i>P. aculeata</i> e farinha de tubérculos de <i>C. esculentus</i> na região 4000 a 500 cm <sup>-1</sup> .....	146
Figura 38 - Infravermelhos de farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de	

tubérculos de <i>C. esculentus</i> e folhas de <i>P. aculeata</i> (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) .....	148
Figura 39 - Fotografia do experimento de Oxirredução da Resazurina com Cor Rosa/Azul da Resazurina/Resofurina para os extratos de junça e ora-pro-nóbis .....	162
Figura 40 - Fotografia mostrando o resultado do experimento realizado para determinação do teor de glúten .....	176
Figura 41 - Fotografias em fundo escuro mostrando o experimento com as massas realizado no extensógrafo .....	179
Figura 42 - Fotografia em fundo escuro mostrando as massas cruas e os biscoitos tipo Padrão FT 100% e Mistos .....	182
Figura 43 - Fotomicrografias MEV para o biscoito Padrão FT100% .....	187
Figura 44 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto OPNjun .....	188
Figura 45 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto OPNJUN .....	189
Figura 46 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto opnJUN .....	190
Figura 47 - Co-ocorrência do VOSviewer que permite identificar a rede de clusters de palavras-chave que representam subáreas de pesquisa dentro de um campo maior .....	195
Figura 48 - Co-ocorrência do VOSviewer que permite identificar a rede de clusters de palavras-chave que aparecem juntas ao longo do tempo .....	197
Figura 49 - Participação científica dos países que contribuem com pesquisas em PANC, <i>P. aculeata</i> e <i>C. esculentus</i> .....	199
Figura 50 - Conjunto de gráficos pizza referentes à taxa de retorno e cobertura da pesquisa realizada na cidade de Fortaleza-CE .....	201
Figura 51 - Caracterização socioeconômica dos respondentes da análise de consumo ...	202
Figura 52 - Conjunto de gráficos de pizza ilustrando os fatores mais relevantes considerados pelos consumidores ao comprar alimentos .....	204
Figura 53 - Caracterização socioeconômica dos participantes do grupo focal .....	210

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi) – Vendas em (Bilhão R\$) /Ano	68
Gráfico 2 -	Curva de umidade para tubérculos frescos de <i>C. esculentus</i> a 105 °C e 90 minutos .....	127
Gráfico 3 -	Curva de umidade para tubérculos frescos de <i>C. esculentus</i> a 105 °C e 90 minutos .....	128
Gráfico 4 -	Representação visual das diferenças ocasionadas na composição centesimal (proteínas, umidade, lipídios, cinzas e fibra bruta) da farinha de trigo (FT 100%) a partir da adição de 20% de farinhas de plantas .....	136
Gráfico 5 -	Curvas analíticas do ácido cafeico e da rutina indicando regressão linear positiva .....	150
Gráfico 6 -	Cromatograma do extrato aquoso de <i>P. aculeata</i> .....	151
Gráfico 7 -	Cromatograma do extrato hidroalcoólico de <i>P. aculeata</i> .....	151
Gráfico 8 -	Capacidade antioxidante das farinhas puras de <i>P. aculeata</i> e <i>C. esculentus</i>	160
Gráfico 9 -	Resultados da capacidade antibacteriana verificada para os extratos preparados com farinha pura de tubérculos de <i>C. esculentus</i> (JUN) .....	163
Gráfico 10 -	Resultados da capacidade antibacteriana verificada para os extratos preparados com farinha pura de folhas de <i>P. aculeata</i> (OPN) .....	164
Gráfico 11 -	Propriedades tecnofuncionais das farinhas de trigo e mistas .....	174
Gráfico 12 -	Análise de desempenho referente às publicações e citações verificadas na análise cienciométrica para PANC, <i>Pereskia aculeata</i> Mill. e <i>Cyperus esculentus</i> L. ....	191
Gráfico 13 -	Campos de pesquisa dos temas avaliados pelos artigos científicos publicados .....	192
Gráfico 14 -	Análise multivariada - Co-ocorrência do VOSviewer que permitem identificar clusters de palavras-chave que representam subáreas de pesquisa dentro de um campo maior .....	194

Gráfico 15 - Trend topics do Bibliometrix - evolução temporal da frequência de palavras-chave em publicações científicas, com foco em <i>C. esculentus</i> , <i>P. aculeata</i> e PANC .....	198
Gráfico 16 - Análise dos hábitos de compra por grupos de alimentos .....	205
Gráfico 17 - Avaliação geral dos biscoitos vinculada aos códigos – soma de N° de citações por códigos.....	216



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Patentes com <i>Cyperus esculentus</i> L. no Brasil .....	53
Quadro 2 - Predição de parâmetros toxicológicos dos constituintes do óleo fixo de Junça .....	168
Quadro 3 - Predição de parâmetros toxicológicos para constituintes dos extratos de <i>P. aculeata</i> .....	171
Quadro 4 - Avaliação geral dos biscoitos, vinculadas às subcategorias sensoriais .....	215

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações em porcentagem (%) das misturas de farinha de folhas desidratadas de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. (OPN), farinha de tubérculos desidratados de <i>Cyperus esculentus</i> L. (JUN) e farinha de trigo (FT) em diferentes proporções/concentrações definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) .....	86
Tabela 2 - Formulações de biscoitos tipo cookie com farinhas mistas de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. e <i>Cyperus esculentus</i> L. em diferentes proporções.....	88
Tabela 3 - Condições do gradiente de eluição em CLAE .....	95
Tabela 4 - Composição centesimal e outras características das folhas de ora-pro-nóbis ( <i>Peireskia aculeata</i> Mill.) e tubérculos de junça ( <i>Cyperus esculentus</i> L.) em g/100g (%) de material seco .....	130
Tabela 5 - Composição centesimal das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de <i>C. esculentus</i> e folhas de <i>P. aculeata</i> (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) em g/100g (%) de material seco .....	134
Tabela 6 - Análise colorimétrica das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de <i>C. esculentus</i> e folhas de <i>P. aculeata</i> (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) em g/100g (%) de material seco .....	137
Tabela 7 - Dados da curva analítica da rutina .....	149
Tabela 8 - Dados da curva analítica do ácido cafeíco .....	150
Tabela 9 - Análise de ácidos graxos dos tubérculos de <i>C. esculentus</i> cultivados em Fortaleza-CE .....	152
Tabela 10 - Prospecção fitoquímica para folhas frescas e secas de <i>P. aculeata</i> e tubérculos frescos e secos de <i>C. esculentus</i> .....	155
Tabela 11 - Análises de antocianinas, flavonoides, carotenoides e clorofilas para farinhas mistas .....	158
Tabela 12 - Predição do espectro de ações biológicas dos fitoquímicos do óleo de junça de interesse para o desenvolvimento de alimentos funcionais .....	165
Tabela 13 - Predição da citotoxicidade de ácidos graxos da junça contra linhagens tumorais .....	167

Tabela 14 - Potencial de ação biológica dos fitoconstituintes identificados em <i>P. aculeata</i> .....	170
Tabela 15 - Predição da citotoxicidade de fitoconstituintes de <i>P. aculeata</i> contra linhagens tumorais .....	171
Tabela 16 - Propriedades tecnofuncionais das farinhas de trigo e mistas .....	172
Tabela 17 - Análise dos parâmetros de Glúten e Falling Number para Farinha de Trigo e Farinhas Mistas .....	175
Tabela 18 - Características farinográficas das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de <i>C. esculentus</i> e folhas de <i>P. aculeata</i> (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) .....	177
Tabela 19 - Parâmetros de extensão das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de <i>C. esculentus</i> e folhas de <i>P. aculeata</i> (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) .....	180
Tabela 20 - Caracterização física dos biscoitos Padrão FT 100% e Mistos OPNjun, OPNJUN e opnJUN .....	183
Tabela 21 - Composição centesimal dos biscoitos tipo Padrão FT 100% e Mistos OPNjun, OPNJUN e opnJUN em g/100g (%) de material seco .....	185

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACC	American Association of Cereal Chemists
ABIA	Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação
Abimapi	Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados
AD	Amido danificado
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATB	Agente antimicrobiano padrão
ATCC	American Type Culture Collection
CANCS	Cultural alternativa, não convencional e sustentável
Caobisco	Associação das Indústrias de Chocolate, Confeitaria e Biscoitos da Europa
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIM	Concentração Inibitória Mínima
CLC-Pred	Cell-Line Cytotoxicity Predictor
CLM	Concentração Letal Mínima
CLSI	Clinical & Laboratory Standards Institute
CNNPA	Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
Consea	Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
CTA	Conhecimento Tradicional Associado
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
e.g.	Exempli gratia
EAC	Herbário Prisco Bezerra
Embrapa	Empresa Brasileira de Agricultura e Pecuária
ESG	Ambiental, Social e de Governança
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FFFB	Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira
FFOE	Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem
FN	Falling Number
FT	Farinha de trigo
FTIR	Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho
GDP	Gross Domestic Product
GFO	Grupos focais on line
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
HPMAM	Horto de Plantas Medicinais Prof. Francisco José de Abreu Matos
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
IFTR	Reflectância por Transformada de Fourier no Infravermelho
IN	Instrução Normativa
INCA	Instituto Nacional do Câncer
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Intelectual
JUN/jun	Junça ( <i>Cyperus esculentus</i> L.)
LABCERT	Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos
LABINOVA	Laboratório de Pesquisa e Inovação em Produtos vegetais e Embalagens
LAMOF	Laboratório de Morfoanatomia Funcional de Plantas
LPN	Laboratório de Produtos Naturais
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
NCFP	Non-Conventional Food Plants
NUTEC	Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará
OAC	Capacidade de absorção de óleo
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OPN/opn	Ora-pro-nóbis ( <i>Pereskia aculeata</i> Mill.)

PANC	Plantas Alimentícias Não Convencionais
PIB	Produto Interno Bruto
PLE	Líquido pressurizado
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento do Brasil
POF	Pesquisa do Orçamento Familiar
ppm	Partes por milhão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RM	Resistência máxima
rpm	Rotações por minuto
SAFs	Sistemas agroflorestais sucessoriais
SAN	Segurança alimentar e nutricional
SCP	Single country publication
Sebrae	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SISGEN	Sistema Nacional De Gestão Do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado
SP	Poder de intumescimento/expansão
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDAH	transtorno do déficit de atenção e hiperatividade
TNF	Fator de Necrose Tumoral
UE	Unidades extensográficas
UF	Unidades Farinográficas
UFC	Universidade Federal do Ceará
Unifor	Universidade de Fortaleza
WAC	Capacidade de absorção de água
WIPO	World Intellectual Property Organization
WS	Solubilidade em água

## LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
kg	Quilograma
°GL	Gay Lussac
mg	Miligramma
°C	Grau Celsius
g	Grama
R\$	Reais
kcal	Quilocaloria
®	Marca Registrada
$\alpha$	Alfa
$\beta$	Beta
©	Copyright
US\$	Dólar
€	Euro
$\mu$	Micro 100
§	Seção
Ton	Toneladas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>31</b>
<b>1.1.1</b>	<b><i>Geral</i> .....</b>	<b>31</b>
<b>1.1.2</b>	<b><i>Específicos</i> .....</b>	<b>31</b>
<b>2</b>	<b>FITOALIMURGIA E PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC) .....</b>	<b>32</b>
<b>3</b>	<b>ASPECTOS GERAIS SOBRE A PANC ORA-PRO-NÓBIS (<i>Pereskia aculeata</i> Mill.) .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1</b>	<b>Principais usos e potencialidades .....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>ASPECTOS GERAIS SOBRE A PANC JUNÇA (<i>Cyperus esculentus</i> L.) ..</b>	<b>46</b>
<b>4.1</b>	<b>Principais usos e potencialidades .....</b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>CONSUMO CONSCIENTE DE ALIMENTOS, SAÚDE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL .....</b>	<b>55</b>
<b>5.1</b>	<b>Reflexões sobre sustentabilidade e produção de alimentos no Brasil .....</b>	<b>56</b>
<b>5.2</b>	<b>Conflitos entre o prato, planeta, saúde e o discurso político não vegetal no Brasil .....</b>	<b>59</b>
<b>5.3</b>	<b>Considerações sobre a indústria de alimentos no Brasil.....</b>	<b>62</b>
<b>6</b>	<b>PANORAMA DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA NO BRASIL E O SETOR DE PANIFICAÇÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>6.1</b>	<b>Biscoitos: um alimento ancestral e relevante na indústria de alimentos.....</b>	<b>68</b>
<b>6.2</b>	<b>Panorama dos biscoitos no Brasil.....</b>	<b>71</b>
<b>6.3</b>	<b>Aspectos regulatórios e tecnológicos dos biscoitos no Brasil.....</b>	<b>72</b>
<b>6.3.1</b>	<b><i>Ingredientes</i>.....</b>	<b>73</b>
<b>6.3.2</b>	<b><i>Processos de preparo</i>.....</b>	<b>74</b>
<b>7</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>76</b>
<b>7.1</b>	<b>Tipo do estudo .....</b>	<b>76</b>
<b>7.1.1</b>	<b><i>Aspectos éticos e legais</i> .....</b>	<b>77</b>
<b>7.2</b>	<b>Local do estudo .....</b>	<b>77</b>
<b>7.3</b>	<b>Materiais do estudo .....</b>	<b>78</b>



<b>7.3.1</b>	<b>Material botânico .....</b>	<b>78</b>
7.3.1.1	Folhas da PANC Ora-pro-nóbis ( <i>Pereskia aculeata</i> Mill.) (OPN) .....	78
7.3.1.2	Tubérculos (colmos) da PANC junça ( <i>Cyperus esculentus</i> L.) (JUN) .....	80
<b>7.3.2</b>	<b>Outras matérias-primas.....</b>	<b>81</b>
<b>7.3.3</b>	<b>Reagentes, aparelhos e equipamentos .....</b>	<b>81</b>
<b>7.4</b>	<b>Métodos .....</b>	<b>82</b>
<b>7.4.1</b>	<b>Processamento das PANC, Preparo das Farinhas Mistas e Preparo dos Biscoitos.....</b>	<b>82</b>
7.4.1.1	Processamento das folhas de <u>P. aculeata</u> .....	82
7.4.1.2	Processamento dos tubérculos de <u>C. esculentus</u> .....	83
7.4.1.3	Preparo das farinhas mistas vegetais.....	85
7.4.1.4	Desenvolvimento de produto alimentício com farinhas mistas de PANC.....	87
<b>7.4.2</b>	<b>Caracterização das PANC, farinhas e produto .....</b>	<b>89</b>
7.4.2.1	Caracterização botânica das PANC .....	90
7.4.2.1.1	Análise macromorfológica .....	90
7.4.2.1.2	Análise anatômica micromorfológica .....	90
7.4.2.2	Análises químicas e biológicas .....	91
7.4.2.2.1	Análises físico-químicas e físicas .....	92
7.4.2.2.2	Análises fitoquímicas .....	96
7.4.2.2.3	Análises tecnofuncionais .....	97
7.4.2.2.4	Análises de bioativos, capacidade antioxidante e capacidade antimicrobiana ..	98
7.4.2.2.5	Análises de bioinformática .....	106
7.4.2.3	Análises reológicas .....	107
7.4.2.3.1	Análises reológicas farinográficas .....	108
7.4.2.3.2	Análises reológicas extensográficas .....	108
7.4.2.4	Análise tecnológica de produto .....	108
7.4.2.4.1	Propriedades físicas dos biscoitos .....	109
<b>7.4.3</b>	<b>Análises de mercado .....</b>	<b>110</b>
7.4.3.1	Análise cienciométrica .....	110
7.4.3.1.1	Fonte de dados .....	110
7.4.3.2	Análise de consumo .....	111
7.4.3.2.1	População-alvo .....	112
7.4.3.2.2	Coleta de dados .....	113

7.4.3.2.3	Instrumento de coleta de dados .....	113
7.4.3.2.4	Análise dos dados .....	113
7.4.3.3	<i>Análise sensorial</i> .....	113
7.4.3.3.1	Material do grupo focal .....	115
7.4.3.3.2	Julgadores .....	115
7.4.3.3.3	Taxa de comparecimento .....	115
7.4.3.3.4	Instrumentos de coleta de dados .....	116
7.4.3.3.5	Coleta de dados .....	116
7.4.3.3.6	Condução do grupo focal .....	117
7.4.3.3.7	Análise dos dados do grupo focal .....	117
<b>8</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	119
<b>8.1</b>	<b>Caracterização das PANC, farinhas e produto</b> .....	119
<b>8.1.1</b>	<b><i>Caracterização botânica das PANC</i></b> .....	119
8.1.1.1	<i>Caracterização botânica das folhas frescas da PANC P. aculeata (ora-pro-nóbis)</i> .....	119
8.1.1.1.1	Análise macromorfológica das folhas de <i>P. aculeata</i> .....	119
8.1.1.1.2	Análise anatômica micromorfológica das folhas de <i>P. aculeata</i> .....	121
8.1.1.2	<i>Caracterização botânica dos tubérculos (colmos) frescos de C. esculentus</i> .....	122
8.1.1.2.1	Análise macromorfológica .....	122
8.1.1.2.2	Análise anatômica micromorfológica .....	123
<b>8.1.2</b>	<b><i>Análises químicas e biológicas</i></b> .....	126
8.1.2.1	<i>Análises físico-químicas e físicas</i> .....	126
8.1.2.1.1	Análise da interação dos materiais vegetais com a água .....	126
8.1.2.1.2	Determinação da composição centesimal e da cor .....	129
8.1.2.1.3	Microscopia eletrônica de varredura (MEV) .....	138
8.1.2.1.4	Espectroscopia Infravermelha de Transformada Fourier (FTIR) .....	145
8.1.2.1.5	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) de <i>Pereskia aculeata</i> Mill. ....	149
8.1.2.1.6	Determinação de ácidos graxos de <i>Cyperus esculentus</i> L. ....	152
8.1.2.2	<i>Análises fitoquímicas</i> .....	154
8.1.2.3	<i>Análises de bioativos, capacidade antioxidante e capacidade antimicrobiana</i> .....	157
8.1.2.3.1	Análises de bioativos .....	157
8.1.2.3.2	Capacidade antioxidante .....	159
8.1.2.3.3	Capacidade antimicrobiana .....	161

8.1.2.4	<i>Análises de bioinformática</i> .....	164
8.1.2.4.1	Análise <i>in silico</i> do perfil lipídico nos tubérculos de <i>Cyperus esculentus</i> L. ....	164
8.1.2.4.2	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) nas folhas de <i>Pereskia aculeata</i> .....	169
8.1.2.5	<i>Análises reológicas</i> .....	172
8.1.2.5.1	Análises tecnofuncionais .....	172
8.1.2.5.2	Caracterização farinográfica .....	177
8.1.2.5.3	Caracterização extensográfica .....	178
8.1.2.6	<i>Desenvolvimento e análise de produto</i> .....	181
8.1.2.6.1	Propriedades físicas e físico-químicas dos biscoitos .....	181
<b>8.2</b>	<b>Análises de mercado</b> .....	190
<b>8.2.1</b>	<b>Análise cienciométrica</b> .....	190
8.2.1.1	<i>Estudo da evolução temporal das publicações e campos de estudo</i> .....	191
8.2.1.2	<i>Estudo cienciométrico de palavras chaves e países</i> .....	193
<b>8.2.2</b>	<b>Análise de consumo</b> .....	200
<b>8.2.3</b>	<b>Grupo focal</b> .....	209
8.2.3.1	<i>Etapas I – Análise socioeconômica e percepções gerais sobre PANC</i> .....	210
8.2.3.1.1	Análise socioeconômica .....	210
8.2.3.1.2	Percepções sobre PANC – início do grupo focal .....	211
8.2.3.2	<i>Etapas II - Análise hedônica dos atributos dos biscoitos</i> .....	214
<b>8.2.4</b>	<b>Triangulação entre os dados obtidos ao se integrar a análise cienciométrica, o survey e o grupo focal</b> .....	221
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	224
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	226
	<b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	281
	<b>APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO SURVEY PESQUISA INTENÇÃO DE COMPRA</b> .....	283
	<b>APÊNDICE C - ROTEIRO GRUPO FOCAL</b> .....	294
	<b>APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO GRUPO FOCAL</b> .....	296
	<b>APÊNDICE E - FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM E VOZ</b> .....	297

<b>ANEXO A – CADASTRO SISGEN .....</b>	<b>299</b>
<b>ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP .....</b>	<b>300</b>
<b>ANEXO C - PRINT ARTIGO CIENTÍFICO PUBLICADO TECHNOLOGY PROSPECTION OF ORA-PRO-NÓBIS (<i>Pereskia aculeata</i> Mill.): A NON-CONVENTIONAL FOOD PLANT.....</b>	<b>301</b>
<b>ANEXO D – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO ARTIGO CONSUMO CONSCIENTE DE ALIMENTOS, SAÚDE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL.....</b>	<b>302</b>
<b>ANEXO E – DECLARAÇÃO .....</b>	<b>303</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atuando desde o ano 2000 na área de saúde farmacêutica no Ceará, passei por uma mudança de paradigmas na minha profissão em 2011, quando migrei do trabalho com medicamentos para uma abordagem mais natural, baseada no uso de plantas cientificamente validadas para fins medicinais<sup>1</sup>. Essa mudança me conectou profundamente à natureza, levando-me mais tarde a entrar para o Movimento Internacional Slow Food (alimento limpo, bom e justo) onde, em 2017, no curso “Arca do Gosto” conheci a terminologia “Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)”. Ali, constatei que frutos comuns da minha infância, como macaúba, jaca (também caroço de jaca), camapu e buriti eram PANC.

Diante disso, indaguei-me como espécies tão ricas nutricionalmente e medicinalmente não estavam mais no cardápio diário da população brasileira? Ou seja, havia um paradoxo coexistindo no mesmo território: a mais rica biodiversidade vegetal do mundo associada a insegurança alimentar, crescentes problemas de saúde e perda da etnosociobiodiversidade. Isso me motivou a adentrar no campo da pesquisa científica em alimentos de origem vegetal.

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) apresentam grande potencial para diversificar a dieta e contribuir para a segurança alimentar. Essas espécies, muitas vezes espontâneas e mais ricas nutricionalmente que as plantas que dominam a produção agrícola, são promissoras para o cenário de mudanças climáticas, especialmente para o Brasil, que detém uma das mais ricas biodiversidades do mundo e elevado endemismo, com 55.000 espécies catalogadas de um total estimado entre 350.000 a 550.000 (Souza; Cunha; Dinardi, 2023; Santos; Silva, 2023; Slow Food, [2021]; Pereira-Freire, 2017; Simões *et al.*, 2007).

As PANC se encontram no âmbito da concepção da fitoalimurgia, que se refere à utilização das plantas espontâneas de uma região (Ranfa *et al.*, 2015). Também são PANC as espécies exóticas cultivadas e as naturalizadas no território, bem como as partes não convencionais de espécies convencionais (Durigon; Madeira; Kinupp, 2023; Kinupp; Lorenzi, 2014; Ranfa *et al.*, 2013). Essas plantas são facilmente encontradas em diversos locais, estando adaptadas ao contexto edafoclimático local, minimizando esforços agrícolas e a utilização pesada de insumos em sua produção, além de apresentarem função ecológica no ambiente que se inserem (Food Safety Brazil, 2018).

Considerando o cenário brasileiro, essas espécies têm potencial para serem

---

<sup>1</sup> A Fitoterapia é a ciência que estuda as “[...] plantas medicinais e suas aplicações na promoção, na proteção e na recuperação da saúde” (Brasil, 2018a, p. 55).

amplamente difundidas no cardápio diário da população, contribuindo para a segurança alimentar e nutricional, o que é de suma importância no cenário atual de mudanças climáticas, onde a desestabilização dos sistemas naturais exige uma reconfiguração dos padrões de consumo e produção. Consoante, a urgência em garantir a segurança alimentar em um contexto de recursos naturais cada vez mais escassos impulsiona a busca por alternativas alimentares nutritivas e sustentáveis (FAO, 2024; Maslow, 1943).

No entanto, a abordagem dessas alternativas alimentares exige uma visão que transcenda a mera produção em larga escala, frequentemente associada ao uso irresponsável da terra e aos impactos negativos no meio ambiente, sendo urgente pensar o alimento de forma holística, conectando-o à saúde física e mental dos seres humanos, bem como, à saúde dos ecossistemas correlacionados, onde a etnosociobiodiversidade se torna um elemento central. Conforme Moebus, Barreto e Moraes (2024, p. 15), “a etnosociobiodiversidade constrói uma pluralidade de mundos com uma infinidade de saberes e modos de viver, exigindo um perspectivismo que possa ser, ao mesmo tempo, o mais abrangente possível, mas sem cair em um relativismo ou em um niilismo<sup>2</sup> vazio”. Essa perspectiva holística é essencial para se compreender e se valorizar as PANC não apenas como fontes de alimento, mas como parte de um sistema complexo que envolve cultura, conhecimento tradicional e sustentabilidade.

De acordo com Moraes, Sperandio e Priore (2020), a valorização das PANC pode representar uma estratégia importante para superar os obstáculos da plena realização da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) no Brasil. A SAN emerge como um ponto crucial, pois é abordada em sete dimensões interligadas: (I) produção de alimentos/disponibilidade alimentar, (II) renda/despesas com alimentação, (III) acesso à alimentação adequada, (IV) saúde/acesso a serviços de saúde, (V) educação (VI) políticas públicas, orçamento/direitos humanos e (VII) utilização biológica dos alimentos (Consea, 2010).

Entretanto, muitas dessas dimensões não são alcançadas plenamente, especialmente em regiões de climas desafiadores como a região Nordeste do Brasil, castigada por constantes secas. Nesse contexto, as PANC do bioma Caatinga podem ser fontes nutritivas de alimento, mesmo em períodos críticos, pois estão plenamente adaptadas ao clima semiárido, diferentemente de outras espécies que requerem maior aporte hídrico. Com essa perspectiva, o conhecimento científico sobre as PANC que crescem nesse ambiente se torna fundamental para promover seu consumo seguro, a SAN e um mercado que responda às

---

<sup>2</sup> Nihilismo - O termo deriva do latim "nihil", que significa "nada". É uma concepção filosófica baseada na ideia de não haver nada ou nenhuma certeza que possa servir como base para o conhecimento.

necessidades da população local.

Duas PANC que merecem destaque e podem ser estratégicas para a promoção da SAN na região Nordeste são: a cactácea *Pereskia aculeata* Mill. e a ciperácea *Cyperus esculentus* L. A espécie *P. aculeata* conhecida popularmente como ora-pro-nóbis ou “carne dos pobres” é bastante resistente à seca e suas folhas possuem elevado teor de proteína (Martinevski *et al.*, 2013; Kinupp; Lorenzi, 2014). Já *C. esculentus* é uma erva daninha conhecida como tiririca amarela ou junça, com grande adaptabilidade a solos pobres e um teor substancial de amido e fibras (Arafat *et al.*, 2009; Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012; Kinupp; Lorenzi, 2014).

Diante da crescente procura e necessidade da população brasileira por alimentos mais saudáveis e sustentáveis, parte-se do pressuposto que as PANC junça e a ora-pro-nóbis podem contribuir para a SAN na região Nordeste, podendo compor produtos alimentícios inovadores, com alto valor nutricional, preservação dos aspectos tecnológicos e viabilidade sensorial, com foco no incentivo à fitoalimurgia.

Por conseguinte, considerando a influência dos fatores edafoclimáticos nos constituintes das plantas, este estudo teve como objetivo investigar e compreender os potenciais químico-tecnológico, nutricional, sensorial e mercadológico das folhas da PANC *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pro-nóbis) e dos tubérculos da PANC *Cyperus esculentus* L. (junça) sob cultivo no Ceará, com foco no desenvolvimento de um produto alimentício misto tipo biscoito, contribuindo para a promoção da segurança alimentar no Nordeste brasileiro.

Consoante, metodologicamente, adotou caráter exploratório, qualitativo quantitativo, com delineamento prospectivo, cujos dados foram correlacionados por triangulação (Gil, 2012). Para caracterizar matérias-primas vegetais e produtos alimentícios elaborados, realizou-se análises experimentais (botânicas, químicas, biológicas, físicas e de bioinformática). Para compreender motivações, tendências e fatores relacionados, análises com foco mercadológico foram realizadas (cienciométricas, *survey* e grupo focal). A cidade de Fortaleza (capital do Ceará) foi selecionada para aplicação do *survey* e grupo focal.

Com esse embasamento, a pesquisa se justifica, porque, embora haja muitos estudos sobre as PANC individualmente, a combinação dessas duas plantas específicas (*P. aculeata* e *C. esculentus*), a abordagem multidimensional (botânica, química, nutricional, tecnológica, sensorial, mercadológica) e o foco regional (Nordeste brasileiro e o Ceará) em um único estudo, especialmente para o desenvolvimento de um produto alimentício tipo biscoito, preenchem uma lacuna crítica.

Não obstante, pode também contribuir para políticas públicas, visto que o governo

brasileiro incentiva a popularização das PANC, onde a Portaria Interministerial nº 10/2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) institui uma lista de espécies nativas da sociobiodiversidade de valor alimentício, para fins de comercialização *in natura* ou de produtos derivados (Brasil, 2021).

É válido colocar que, além disso, a pesquisa pode contribuir para atualizações de publicações relativas ao conhecimento associado às PANC, como: o “Manual de Hortaliças Não Convencionais” (Brasil, 2010; 2013); o “Guia Alimentar Para a População Brasileira” (Brasil, 2014); a publicação “Alimentos Regionais Brasileiros” (Brasil, 2015); o “Catálogo de Produtos da Sociobiodiversidade do Brasil: ofertados pelos povos e comunidades tradicionais em Unidades de Conservação Federais” (Brasil, 2019); e a série “Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial: Plantas para o Futuro”, onde lista os exemplares por regiões (Brasil, 2011; 2016a; 2018b, 2022).

Nesse contexto, almeja-se não apenas caracterizar o potencial dessas espécies, mas também impulsionar sua inserção na dieta local, oferecendo uma solução inovadora e sustentável para os desafios da segurança alimentar na região, e, assim, ajudar a valorizar o patrimônio da etnosociobiodiversidade brasileira.



## 1.1. Objetivos

### 1.1.1 Geral

Investigar e compreender o potencial químico-tecnológico, nutricional, sensorial e mercadológico das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) *Pereskia aculeata* Mill. (folhas) e *Cyperus esculentus* L. (tubérculos), sob cultivo no Ceará, abordando o desenvolvimento de um produto alimentício misto, com foco no incentivo à segurança alimentar e sustentabilidade na região Nordeste do Brasil.

### 1.1.2 Específicos

Objetivos específicos:

- a) caracterizar tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* a partir de matrizes cultivadas no Ceará, enfatizando os aspectos botânicos (morfológico-anatômico), fitoquímicos (rastreamento), nutricionais (macronutrientes e micronutrientes – fibra bruta), bem como outros aspectos gerais como aspectos da atividade antioxidante, microbiológica e funcional (in silico);
- b) desenvolver um produto alimentício com tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* enfatizando os aspectos nutricionais (macronutrientes e micronutrientes – fibra bruta) e tecnológicos;
- c) compreender o cenário mundial das pesquisas científicas (medição, mapeamento, avaliação do impacto, identificação de tendências) com Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), com ênfase para as espécies *P. aculeata* e *C. esculentus*;
- d) conhecer opiniões, atitudes, tendências e comportamentos da população de uma capital brasileira do Nordeste sobre os aspectos relacionados à alimentação, saúde e consumo de produtos alimentícios;
- e) analisar os aspectos subjetivos relacionados à aceitação das PANC com ênfase para as espécies *P. aculeata* e *C. esculentus*, bem como de um produto elaborado com suas misturas.

## 2 FITOALIMURGIA E PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANC)

“Na natureza não existe forma de desperdício, assim como as PANC são 'matos' só para quem não as conhecem, não as usam e não as cuidam com carinho” (Kinupp; Lorenzi, 2014, p. 15).

O termo fitoalimurgia vem do grego: *phyton* = planta + *alimos* = retira fome + *ergon* = trabalho (Ranfa; Ciani, 2016). É o ramo da ciência que se ocupa da alimentação através das plantas espontâneas de uma região, às quais também estão inseridas no contexto das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) (Kinupp; Lorenzi, 2014; Ranfa; Ciani, 2016). Esse termo foi idealizado, em 1767, pelo médico e pesquisador Ottaviano Targioni-Tozzetti para indicar a possibilidade de se alimentar através do que a natureza oferecia, sendo posteriormente resgatado pelo botânico da região do Piemonte Oreste Mattiolo, em 1918, após a Primeira Guerra Mundial, em seu livro “Phytoalimurgia pedemontana” conforme é citado por Kinupp e Lorenzi (2015).

Historicamente, até meados de 1800, na Europa, as espécies da fitoalimurgia foram um importante recurso alimentar para populações rurais, sendo as crianças, desde pequenas, educadas no reconhecimento e coleta dessas espécies como forma de enriquecer o almoço diário (Papponi; Susigan, 2015). Na Segunda Guerra Mundial, a utilização de mapas de fitoalimurgia por tropas americanas no continente europeu foi fundamental para a sobrevivência desse exército e revelou a importância desse conhecimento para a segurança alimentar em um contexto de escassez de alimentos, conforme é citado por Ranfa e Ciani (2016).

De acordo com Kinupp e Lorenzi (2014) e Padilha *et al.* (2020), o termo “Planta Alimentícia Não Convencional”, cujo acrônimo é PANC (deve-se fazer o plural com o artigo e.g. a PANC ou as PANC) foi cunhado, usado e divulgado a partir de um documentário de 2008, fruto de um projeto da Superintendência da Companhia Nacional de Abastecimento/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento do Brasil (CONAB/PNUD), com o biólogo e professor Valdely Ferreira Kinupp, para categorizar grupos de plantas subutilizadas ou negligenciadas pelo grande público.

O termo PANC se refere assim a um conceito mais amplo que fitoalimurgia, pois engloba tanto as espécies silvestres, como também todas as outras plantas que possuem uma

ou mais partes comestíveis, sendo elas espontâneas ou cultivadas, nativas ou exóticas e que não estão em nosso cardápio cotidiano, além de partes não convencionais de plantas convencionais (Kelen *et al.*, 2015; Kinupp; Lorenzi, 2014).

Em vista disso, considera-se que espécies vegetais nativas de uma região são recursos valiosos e de fácil acesso, pois desempenham funções ecológicas relevantes, como polinização, controle de pragas e regulação do clima, além de contribuir para a segurança e soberania alimentar (Ranfa; Ciani, 2016; Barros *et al.*, 2023). Ademais, são estratégias para o futuro através da economia circular, conforme afirmam Ranfa e Bodesmo (2017).

Não obstante, a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) vem catalogando muitas dessas espécies. A saber, mais de 800 tipos de plantas silvestres comestíveis do Sahel da África Ocidental<sup>3</sup> já foram catalogadas, em regiões onde mulheres rurais coletam e utilizam essas espécies na alimentação familiar, complementando os grãos agrícolas (painço, sorgo) que fornecem apenas parte do espectro nutricional e podem ser afetados por condições climáticas adversas (FAO, 2005).

Entretanto, no Brasil, de acordo com Kinupp e Lorenzi (2014), deve-se superar padrões culturais que privilegiam produtos, cultivos exóticos e que desconsideram os benefícios para a sociedade, pois muitas PANC ainda permanecem subutilizadas e desconhecidas por causa disso, sobrevivendo apenas como ervas daninhas ou em quintais. Não obstante, segundo Boukharaeva *et al.* (2005), Dambrós e Miorin (2011) e Medeiros, N. (2020), os quintais brasileiros são importantes meios de conservação da biodiversidade local, preservação dos saberes e dos elementos culturais.

Incluir PANC na alimentação, além de transmitir tradições que respeitam as características do território, é uma forma de renovar a produção agrícola. Essa prática possibilita redescobrir cultivares típicas adaptadas ao território e às culturas regionais brasileiras (Meneghetti, 2021). Nesse sentido, Accogli e Medagli (2014) destacam que a riqueza alimentícia e a coleta de plantas alimentícias nativas podem ser uma atividade saudável ao ar livre, uma importante ferramenta de socialização e uma mensagem útil para compreender o valor ancestral dessas espécies, que constituem um importante recurso a ser preservado. Por essas razões, a retomada da fitoalimurgia nas mesas e nas refeições contemporâneas é de suma importância (Abras, 2018).

---

<sup>3</sup> O Sahel ou Sael é uma faixa de 500 a 700 km de largura, em média, e 5 400 km de extensão, entre o deserto do Saara, ao norte, e a savana do Sudão, ao sul; e entre o oceano Atlântico, a oeste, e ao mar Vermelho, a leste (Sahel, 2023).

Conforme Santos e Sousa (2022, p. 30):

As Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANC) constituem uma alternativa com potencial para contribuir na alimentação de populações, bem como contribuir para a transformação econômica local, estimulando a capacidade empreendedora e o uso inovador de culturas agrícolas locais ou transferidas. Estas plantas resultam da imensa diversidade da vegetação brasileira e podem ser aplicadas em projetos específicos, com resultados promissores em termos de geração de trabalho e renda.

Dessa forma, o Brasil precisa ter celeridade na proteção da sua biodiversidade, promovendo as PANC em todos os níveis da sociedade. É necessário estimular a produção, a comercialização e o acesso a uma alimentação saudável através de um sistema alimentar que inclua essas espécies (Bocchi *et al.*, 2019), uma vez que globalmente a FAO vem constatando que a biodiversidade que sustenta os sistemas alimentares está diminuindo e que isso afetará diretamente a oferta de alimentos para a humanidade, o que significa uma iminente crise de insegurança alimentar.

Vale ressaltar que a utilização de PANC na alimentação humana tem grande importância, devido não somente à soberania alimentar, mas aos valores nutricionais, o que melhora e complementa os hábitos alimentares (Padilha *et al.*, 2020). As PANC são alimentos funcionais no organismo humano “[...] (microsistema) por meio de vitaminas essenciais, antioxidantes, fibras, sais minerais, que nem sempre são encontradas em outros alimentos” (Kelen, 2015, p. 10). Por isso, há uma crescente tendência na adição de seus derivados vegetais em produtos alimentícios, visando potencializar benefícios à saúde, bem como produtos inovadores (Krajewska; Dziki, 2023).

Diversas pesquisas científicas evidenciam análises do potencial nutricional e usos na alimentação de variadas espécies de PANC (nativas e/ou adaptadas), que poderiam contribuir para minimizar os problemas de parcelas significativas da população brasileira (Santos; Sousa; Ferko, 2023; Zimmer; Otero; Zambiasi, 2020). Por exemplo, Santos, Sousa e Ferko (2023) verificaram as potencialidades da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) como alimento e potencial econômico. Uma simples adição de goma das PANC cacto (*Cereus jamacaru*) e acácia (*Acacia senegal*) forneceu 6% mais fibras solúveis sem comprometer a aceitabilidade geral de produtos alimentícios tipo biscoitos (Hussain *et al.*, 2022). Santos *et al.* (2022) investigaram os potenciais compostos bioativos em espécies de frutos pouco conhecidos da Amazônia, concluindo que muitos são ricos em carotenoides, importantes para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e resposta imune.

Nesse contexto, Santos, Sousa e Ferko (2023) sugeriram a adoção de uma

abordagem Cultural Alternativa, Não Convencional e Sustentável (CANCS) como estratégia para mitigar as disparidades socioeconômicas prevalentes no Brasil, o que aborda a perspectiva das PANC, pois as mudanças dos contextos marcados por desigualdades têm sido um desafio complexo para o povo brasileiro, onde o modelo de desenvolvimento econômico vigente é questionado, uma vez que se busca conciliar crescimento econômico, progresso material, equidade social e responsabilidade ambiental.

Assim, faz-se necessário reforçar os estudos etnobotânicos, conforme afirma Kinupp (2009) para resgatar os conhecimentos populares sobre PANC, suas diferentes formas de uso e preparo de forma segura para incentivo ao consumo. Deve-se, portanto, considerar a ampliação do mercado e a valorização dessas espécies, dada a importância da sua comercialização para a soberania e segurança alimentar, também para a etnosociobiodiversidade, principalmente em um contexto de mudanças climáticas (Moebus; Barreto; Moraes, 2024; Padilha *et al.*, 2020). Segundo Tuler, Peixoto e Silva (2019), a falta de informações sobre a disponibilidade e os usos dessas espécies alimentícias é que as torna negligenciadas por grande parte da população. Isso reforça a necessidade de pesquisas científicas que abordem a temática das PANC como forma de promover o uso racional seguro e cientificamente validado.

### 3 ASPECTOS GERAIS SOBRE A PANC ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Mill.)

A espécie *Pereskia aculeata* Mill. é mais conhecida popularmente pelo nome de ora-pro-nóbis. Possui sinônimo heterotípico *Pereskia aculeata* Plum. e sinônimo homotípico *Cactus pereskia* L. (Zappi; Taylor, [2020?]).

Além do nome ora-pro-nóbis, que é derivado do latim *ora pro nobis* e significa “ora por nós” (Brasil, 2015), é conhecida por jumbeba, rosa-madeira (Balbach, 1980), trepadeira-limão (Duarte; Hayashi, 2005), cacto trepador (Matos, 2007), roga-por-nós, surucucu, espinho-de-santo-antônio (Almeida, 2012), lobrobô, mori, lobrobró, mata-velha, carne-de-pobre, guaiapá (Kinupp; Lorenzi, 2014), groselha de Barbados (Pinto *et al.*, 2015a), azedinha, jumbeba, lobodo, lobolôbô, orabrobó, trepadeira-limão, rogai-por-nós e rosa-madeira (Telles *et al.*, 2016).

Trata-se de uma espécie que pertence ao reino *Plantae*, classe *Magnoliopsida*, ordem *Caryophyllales*, família *Cactaceae* e gênero *Pereskia* (Almeida, 2012), subfamília *Pereskioideae* (Garcia *et al.*, 2019; Duarte; Hayashi, 2005; Mauseth, 1999).

Entre os caracteres que definem o gênero *Pereskia* estão o hábito arbóreo ou arbustivo, com caules não suculentos e folhas laminares, bem desenvolvidas, caducifólias no período seco (Estrada-Castillo *et al.*, 2019).

A espécie *P. aculeata* é originária da América tropical, com relatos de planta nativa desde a Flórida até o Brasil, portanto não endêmica, mas considerada como espécie nativa nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, com domínios fitogeográficos na Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa (Zappi; Taylor, [2020?]; Brasil, 2015; Kinupp; Lorenzi, 2014). Possui um total de 1.438 registros no SpeciesLink Network ([2025])<sup>4</sup>. Seus domínios fitogeográficos no Brasil, podem ser observados na Figura 1.

---

<sup>4</sup> Sistema de informação que integra dados primários de coleções científicas como uma rede colaborativa, reunindo informações de diversas instituições e coleções biológicas, principalmente aquelas relacionadas à flora e fungos.

Figura 1 – Domínios fitogeográficos de *Pereskia aculeata* Mill. no Brasil



Fonte: Zappi e Taylor ([2025?]).

Dados: Ocorrências confirmadas da espécie na região Nordeste em salmão (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Sergipe); Centro-Oeste em amarelo (Goiás); Sudeste em vermelho (Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Sul em roxo (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

Conforme consta em Brasil (2016a), a espécie *P. aculeata* ocorre naturalmente em todos os estados das Regiões Sul e Sudeste, mas na Região Nordeste ocorre em apenas seis dos nove estados, sendo eles: Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco e Sergipe, estando entre as 2.584 espécies de angiospermas nativas registradas no território cearense, de acordo com Loiola *et al.* (2020).

Caracteriza-se como cactácea trepadeira, ramificada, com aréolas munidas de espinhos junto de cada folha (Balbach, 1980), conforme Figura 2, apresentando-se como um arbusto semilenhoso perene, podendo ser propagada por estaquia ou sementes; sendo semiereta, com folhas suculentas e lanceoladas (Kinupp; Lorenzi, 2014), onde as flores, em cachos, são brancas (Brasil, 2015) ou amarelo pálido, às vezes com tons de rosa pálido e numerosos estames (Estrada-Castillo *et al.*, 2019), em panículas terminais (Balbach, 1980).

Figura 2 – *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pro-nóbis)



Fonte: Brasil (2016a, p. 283).

Dados: “A) Acúleos dos ramos jovens; B) Folhas jovens; C) Acúleos da base do caule; D) Flor; E) Frutos. Fotos: Dijalma B. da Silva (A,C,D,E) e Julcéia Camillo (B)” (Brasil, 2016a, p. 283).

De acordo com Estrada-Castillo *et al.* (2019), a flor é hermafrodita e geralmente polinizada por insetos, sendo o fruto uma baga carnosa com sementes, pequeno, amarelo, dotado de aréolas (Balbach, 1980).

Conforme Zappi e Taylor ([2025?]), *P. aculeata* apresenta caule com aréolas portando espinhos pareados e curvos (Fig.2A e C); folhas elípticas ou ovais com ápices agudos e nervuras laterais formando um ângulo de 40 a 60 graus (Fig. 2B); inflorescência do tipo cimeira com mais de 10 flores de cor creme, corola rotácea e receptáculo sem cerdas, ausentes também nas cerdas estaminodiais (Fig. 2D); fruto globoso contendo de 1 a 5 sementes (Fig. 2E).



### 3.1 Principais usos e potencialidades

No Brasil, é muito comum utilizar a ora-pro-nóbis como cerca viva, em função da grande quantidade de espinhos e porte, sendo encontrada em ambientes nativos e cultivada em hortas (Barreira *et al.*, 2015, 2021; Brasil, 2015). A planta também é usada ornamentalmente pela beleza de suas flores (Estrada-Castillo *et al.*, 2019).

Em geral, diversos estudos descrevem que a ora-pro-nóbis é usada para fins ornamentais, medicinais e alimentícios (folhas, flores e frutos) (Silva *et al.*, 2021; Barreira *et al.*, 2021; Simonetti; Fariña; Simonetti, 2021; Mazon *et al.*, 2020; Garcia *et al.*, 2019; Brasil, 2015; Barreira *et al.*, 2015; Kinupp; Lorenzi, 2014; Carvalho *et al.*, 2014; Pinto *et al.*, 2012; Matos, 2007; Balbach, 1980). Além disso, a Portaria Interministerial nº 163, de 11 de maio de 2016, celebrada entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome (MDS), descreve a ora-pro-nóbis como uma espécie nativa da socio biodiversidade brasileira de valor alimentício (Brasil, 2016b). Mas, segundo Kinupp e Lorenzi (2014), devido ao consumo prevalente apenas em algumas regiões do Brasil, é caracterizada como uma PANC, embora tenha registros de uso por várias gerações como recurso alimentar, sendo uma das mais citadas pela população da região Sudeste em pesquisas de consumo (Barreira *et al.* 2021; Mazon *et al.*, 2020).

É considerada pela Empresa Brasileira de Agricultura e Pecuária (Embrapa) uma planta do futuro, constando no Manual de Hortaliças Não Convencionais do Ministério da Agricultura (Brasil, 2010), bem como na publicação de Alimentos Regionais Brasileiros do Ministério da Saúde (Brasil, 2015). É rica em proteína vegetal e em vários aminoácidos essenciais e minerais sendo também conhecida como “carne verde” (Martinevski *et al.*, 2013; Kinupp; Lorenzi, 2014).

Na cidade de Diamantina, Minas Gerais, quase 80% da população consome regularmente essa nutritiva hortaliça rica em proteínas (Garcia *et al.*, 2019) e em Sabará (MG), acontece anualmente o “Festival do Ora-pro-Nóbis” (Brasil, 2015). Segundo Barreira *et al.* (2015) e Barreira *et al.* (2021) é geralmente consumida em refogados e adicionada a molhos e caldos. De acordo com Simonetti, Fariña e Simonetti (2021), a planta possui ampla aplicação culinária, alta adaptabilidade e baixo custo de produção, além de proporcionar melhoria da qualidade nutricional.

Segundo dados do governo brasileiro (Brasil, 2016a), o cultivo da ora-pro-nóbis incentiva a agricultura familiar local, ainda que a planta esteja entre as hortaliças nativas negligenciadas. De acordo com Kinupp e Lorenzi (2014), a ora-pro-nóbis raramente é

cultivada comercialmente, mesmo em Minas Gerais, onde compõe diversos pratos da culinária local, pois restringe-se aos quintais e pequenas hortas.

De acordo com Telles *et al.* (2016) isso é considerado um problema a ser solucionado, pois uma vez que ainda não existe uma cadeia produtiva minimamente estabelecida, há dificuldades na distribuição e consumo. Conforme Mazon *et al.* (2020), a utilização de uma PANC pela população é dificultada pela sua indisponibilidade nos mercados o que faz com que essas plantas não sejam encontradas facilmente à venda. Assim, “para que se expanda o plantio e o consumo dessas espécies é necessário o desenvolvimento de técnicas que facilitem a sistematização do seu cultivo” (Coradin; Camilo; Vieira, 2016, p. 1113).

Segundo Brack (2018), a hortaliça ora-pro-nóbis está entre as espécies brasileiras que começam a ser valorizadas e diferenciadas em muitas comunidades humanas e mercados, indicando aumento por sua demanda, o que pode viabilizar novos mercados. De acordo com Lasta *et al.* (2021), existe um potencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios contendo folhas ora-pro-nóbis que poderia incentivar um cultivo comercial da planta e criar um novo nicho de mercado agrícola.

Além disso, como as folhas de *P. aculeata* são amplamente utilizadas como alimento em algumas regiões do Brasil e não há relatos de toxicidade, isso pode dar maior segurança para sua utilização em maior escala (Pinto *et al.*, 2012). As partes preconizadas para fins alimentícios são: folhas (para o preparo de farinhas, massas e pães); folhas/flores/ramos jovens *in natura* (em saladas ou refogados) e frutos (em doces, geleias, licores e sucos) (Brasil, 2016a).

No campo da ciência e tecnologia, de acordo com Porto *et al.* (2021), a mucilagem da planta apresenta grande potencial no desenvolvimento de biomateriais complexos ou micropartículas para o transporte de moléculas ativas, principalmente na área farmacêutica com foco na terapêutica anti-inflamatória e antitumoral; na tecnologia de alimentos, o foco é nas propriedades emulsificantes, embalagens funcionais e/ou comestíveis bem como no desenvolvimento de novos produtos para nutrição humana devido seu elevado conteúdo de proteína e mineral.

Para Martin *et al.* (2017), a espécie *P. aculeata* contém grandes quantidades de vitaminas, minerais, fibras e hemiceluloses, importantes para a nutrição humana, além de ser uma planta rústica, resistente à seca, vigorosa e de fácil propagação (Telles *et al.*, 2016).

Considerando que 100g de folhas de *P. aculeata* possui aproximadamente 20g de proteína bruta, parte do requerimento poderia ser suprido com a inserção de folhas dessa planta na dieta diária (Girão *et al.*, 2003). Estudos realizados por Takeiti *et al.* (2009) e

Amaral *et al.* (2019) encontraram um valor de 28g/100g de peso seco de proteínas totais.

Sobre as potencialidades nutricionais da ora-pro-nóbis, Simonetti, Fariña e Simonetti (2021, p. 3) evidenciam que,

[...] é fonte de fibras, ganha destaque por causa de seu alto nível de aminoácidos essenciais (20,10% de teor de proteína em amostra seca de 100g) e seu elevado teor de ferro e carotenoides favorece a elaboração de cardápios balanceados, além de possuir uma alta maleabilidade para compor preparações.

Além disso, a espécie foi considerada por Barreira *et al.* (2021) e Takeiti (2009) uma boa fonte de fibra (folhas apresentam 39,1% base seca), com minerais Ca, Mg, Cu, K, Zn, Mn, Fe, Se e uma excelente fonte de vitamina A, vitamina C e ácido fólico.

Somado ao teor proteico, os frutos e folhas de *Pereskia* podem ser fontes de carotenoides antioxidantes e provitamina A, com potencial para diversificar e enriquecer a dieta humana (Agostini-Costa *et al.*, 2014).

A atividade antioxidante das flores da *P. aculeata* foi investigada por Moraes *et al.* (2021), que verificaram um potencial antioxidante superior aos dos frutos verdes e maduros. Resultados obtidos por Souza *et al.* (2016) e Pinto *et al.* (2012) sugerem que a espécie *P. aculeata* pode ser considerada uma fonte de polifenóis em comparação com outras plantas, sendo que Souza *et al.* (2016) confirmaram também atividade antimicrobiana dose-dependente para a espécie contra *Escherichia coli* (extrato de éter de petróleo), *Bacillus cereus* DSM 4313, *B. cereus* DSM 4384 e *Staphylococcus aureus* (extrato de clorofórmio).

De acordo com Porto *et al.* (2021), a indústria de alimentos começou a explorar a ora-pro-nóbis visando produzir tecnologicamente concentrados proteicos de origem vegetal. Uma revisão realizada por Soares, Castro e Martins (2022) com o objetivo de demonstrar o potencial antioxidante e o valor nutricional das folhas da ora-pro-nóbis concluiu que a planta se constitui uma boa fonte de compostos fenólicos e nutrientes, estando relacionada a diversos benefícios à saúde.

Torres *et al.* (2022a) apresentaram uma combinação de métodos de extração verde como alternativa para melhorar a recuperação de compostos bioativos e proteínas de folhas de ora-pro-nóbis, com vistas ao seu aproveitamento industrial, encontrando uma fração apolar a partir da extração por fluido supercrítico rica em terpenóides e carotenoides, seguida por uma amostra, a partir da extração por líquido pressurizado (PLE-etanol), rica em fenólicos, e uma água subcrítica (PLE -água), de onde se obteve uma fração rica em proteínas, com incremento de 82% no teor de proteína.

Além das pesquisas envolvendo isolados proteicos, há também o desenvolvimento de outros alimentos com a espécie. Em uma revisão sistemática realizada por Porto *et al.* (2022), diversos trabalhos avaliaram a adição de farinha preparada com as folhas de *ora-pro-nóbis* em alimentos industrializados comprovando sua viabilidade como ingrediente.

A planta foi utilizada para enriquecimento de massas por Rocha *et al.* (2008) em macarrão tipo talharim, utilizando-se a farinha finamente triturada de folhas desidratadas de ora-pro-nóbis, obtendo-se aceitação quase absoluta dos provadores que participaram do estudo (98,75%).

A composição centesimal, a preferência e a intenção de compra de pão de sal produzido com farinha de trigo e *P. aculeata* foi estudada por Silva *et al.* (2014), onde se concluiu que as folhas da planta podem ser adicionadas em pães de sal, tornando-os melhores nutricionalmente e com boa aceitabilidade.

Magalhães *et al.* (2019) analisaram e compararam a aceitação de duas receitas (pão tradicional e pão com ora-pro-nóbis) entre 32 jovens de um Centro Universitário obtendo uma boa aceitação da receita com acréscimo da planta.

Martinevski *et al.* (2013) prospectaram o potencial alimentício de ora-pro-nóbis e bertalha (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) através da caracterização da composição bromatológica e aproveitamento na elaboração de pães, submetidos à análise sensorial, através de testes de aceitação de atributos, concluindo que as duas plantas são viáveis na preparação pães, mas a ora-pro-nóbis obteve maior aceitação na análise sensorial.

Uma pesquisa feita por Oliveira *et al.* (2021) elaborou bolos tipo *layer*<sup>5</sup>, acrescidos de 10% da farinha de folhas de *P. aculeata* coletadas em horários diferentes do dia (às 6h da manhã e às 18h) concluindo que bolos preparados com a ora-pro-nóbis colhida pela manhã obtiveram maior teor de proteínas (9.48%), índice de aceitabilidade superior e maior intenção de compra que os preparados com a planta coletada à noite.

As folhas de *P. aculeata* apresentam ampla versatilidade para aplicação na indústria de alimentos e na indústria farmacêutica (Mercê *et al.*, 2001; Agostini-Costa *et al.*, 2012; Porto *et al.*, 2022; Sá *et al.*, 2024). Além de comestíveis, são ricas no biopolímero arabinogalactano (Matos, 2007) e possuem alto teor proteico (Girão *et al.*, 2003; Agostini-Costa *et al.*, 2014; Kinupp; Lorenzi, 2014; Amaral *et al.*, 2019; Simonetti; Fariña; Simonetti, 2021).

---

<sup>5</sup> Trata-se de um bolo de camada ou bolo de sanduiche, também chamado de sanduiche no Reino Unido Inglês, é um bolo composto de múltiplas folhas empilhadas de bolo, mantidas unidas por frosting ou outro tipo de enchimento, como geléia ou outras conservas.

De acordo com Stasi e Hiruma-Lima (2002), as folhas apresentam os monossacarídeos arabinose e galactose, ramnose (um desoxiaçúcar), ácido galacturônico (um ácido de açúcar derivado da galactose), hetero polissacarídeos (polissacarídeos constituídos por mais de um tipo de açúcar/ glicídios estruturais).

Nas folhas, há elevada produção de mucilagem com propriedades nutricionais de acordo com Carvalho *et al.* (2014), o que, de acordo com Martin *et al.* (2017), proporciona excelentes perspectivas para uso como hidrocoloide em alimentos industrializados, além de grande potencial para o desenvolvimento de complexos ou micropartículas para transporte de moléculas ativas (Porto *et al.*, 2022).

Cabe ressaltar, porém, que estudos realizados por Carvalho *et al.* (2014) evidenciaram que a produção de mucilagem por *P. aculeata* sofre influência do substrato utilizado no cultivo da planta, sem que isso interfira nas ações terapêuticas.

A mucilagem de ora-pro-nóbis foi utilizada em substituição aos emulsificantes e estabilizantes, na preparação de sorvetes, por Mazon *et al.* (2020) e também foi considerada promissora por Oliveira *et al.* (2019) para compor embalagens biodegradáveis e/ou comestíveis para alimentos em substituição aos plásticos à base de petróleo (considerados poluentes ambientais e tóxicos para a saúde humana) (Hess, 2018; Goloubkova; Spritzer, 2000; Feldman, 1997; Mountfort, 1997). Adicionalmente, Amaral *et al.* (2018) comprovaram que a mucilagem da planta se mostrou viável na associação com outros hidrocoloides visando a estabilização em adição ao leite fermentado.

No aspecto farmacológico, *P. aculeata* também apresenta diversas ações terapêuticas. As folhas são utilizadas na medicina tradicional brasileira como emolientes e no tratamento de feridas e inflamações na pele (Balbach, 1980; Pinto *et al.* 2015a).

A caracterização fitoquímica e a avaliação de citotoxicidade de *Pereskia aculeata* realizadas por Pinto *et al.* (2012) constatarem a presença de fenóis, flavonoides e alcaloides, com atividade seletiva contra células de leucemia promielocítica humana e de adenocarcinoma de mama humano (linhas celulares HL60 e MCF-7), sem, no entanto, apresentar citotoxicidade às células normais, o que foi considerado um benefício, visto que a espécie é usada tradicionalmente na alimentação humana sem relatos de toxicidade.

A composição química do óleo essencial das folhas de *Pereskia aculeata* Mill., cultivada no Brasil, foi estudada por Souza *et al.* (2014), encontrando-se: fitol (29,4%), ácido hexadecanóico (17,4%), ácido linoleico (12,7%), heptadecano (1,9%) e 14-hidroxi-4,5-di-hidro-cariofileno (1,6%), sendo os diterpenos oxigenados os principais constituintes (29,4%) Souza *et al.* (2014).

Um total de dez compostos fenólicos, a partir de um extrato hidroetanólico das folhas de ora-pro-nóbis, foram identificados por Garcia *et al.* (2019) sendo dois ácidos fenólicos (derivados do ácido cafeico) e oito flavonoides (derivados de quercetina, kaempferol e glicosídeo de isorhamnetina), com capacidade antioxidante e antimicrobiana (para bactérias Gram-positivas e Gram-negativas) sem hepatotoxicidade, respaldando cientificamente o uso empírico dessa espécie para afecções da pele, sendo o ácido caftárico, o principal constituinte fenólico da folha de *P. aculeata*, respondendo por mais de 49% do conteúdo fenólico, seguido pela quercetina-3- *O* - rutinosídeo (14,99%) e isorhamnetina- *O* - pentosídeo- *O*-rutinosídeo (9,56%).

Tais dados evidenciam o potencial antioxidante da planta para uso em saúde, bem como em alimentos com alegações funcionais. O principal efeito dos compostos fenólicos tem sido atribuído à ação antioxidante em alimentos (Balasundram; Sundram; Samman, 2006), o que demonstra a viabilidade de *P. aculeata* tanto como um ativo funcional, como um aditivo melhorador de formulação.

Torres *et al.* (2022a) constataram que extratos obtidos a partir de técnicas de extração de alta pressão exibiram alto potencial antioxidante (em ensaios *in vitro* de DPPH e FRAP<sup>6</sup>) e extratos fluidos supercríticos complementares apresentaram inibição da acetilcolinesterase e atividade anti-inflamatória, indicando ação neuroprotetora de *Pereskia aculeata* Miller.

Sob o aspecto funcional, Barbalho *et al.* (2016) estudaram o uso da farinha das folhas de ora-pro-nóbis em modelos animais e concluíram que seu uso, em diferentes produtos industrializados, pode ser uma forma conveniente e eficaz de proporcionar a ingestão de nutrientes benéficos à saúde, visto que propicia a melhora substancial da motilidade intestinal, a redução da gordura visceral, do perfil lipídico, bem como um aumento dos níveis de HDL-c<sup>7</sup>.

Além disso, uma atividade antinociceptiva<sup>8</sup> central e periférica em camundongos foi constatada por Pinto *et al.* (2015b), bem como atividade anti-inflamatória tópica crônica e aguda contra diferentes agentes irritantes, sem sinais clínicos de toxicidade em animais (Pinto *et al.* 2015a), o que reforça a tradição popular do uso da planta no tratamento de afecções da pele e a ausência de relatos de reações, o que também é confirmado por Garcia *et al.* (2019).

---

<sup>6</sup> DPPH e FRAP são métodos amplamente utilizados para avaliar a capacidade antioxidante de substâncias.

<sup>7</sup> Segundo os estudos de Freitas *et al.* (2009) um HDL colesterol (HDL-c) permanentemente baixo ao longo de oito anos de acompanhamento é fator de risco para desenvolvimento de eventos cardiovasculares em idosos.

<sup>8</sup> “Que anula ou reduz a percepção e transmissão de estímulos que causam dor (ex.: efeito antinociceptivo)” (Antinoceptivo, c2022).

Estudos desenvolvidos por Carvalho *et al.* (2014) constataram a atividade cicatrizante *in vitro* da mucilagem extraída das folhas desta espécie e estudos pré-clínicos desenvolvidos por Pinto *et al.* (2020) concluíram que um creme fitoterápico<sup>9</sup> contendo extrato das folhas de *P. aculeata* apresentou potencial para ser comercializado como medicamento anti-inflamatório tópico<sup>10</sup> e como adjuvante na terapia da psoríase<sup>11</sup>.

Uma outra pesquisa, realizada por Souza, Sartor e Felipe (2013), comparou a ação antioxidante de uma formulação contendo extrato das folhas de *P. aculeata* com cosméticos anti-idade presentes no mercado concluindo que o creme elaborado com a planta apresentou atividade antioxidante próxima a 75%, assemelhando-se às amostras comerciais analisadas, podendo o extrato ser utilizado como ativo antioxidante em formulações cosméticas para prevenção do envelhecimento cutâneo. Com base em todas as informações citadas é possível selecionar a espécie *Pereskia aculeata* Miller como uma escolha viável e segura para uso na composição de alimentos, medicamentos e cosméticos.

No entanto, apesar do vasto potencial evidenciado por essa revisão bibliográfica, *P. aculeata* ainda é subutilizada comercialmente quando se considera a sua abundância no Brasil, o seu reconhecimento como PANC, o valor nutricional em proteínas, minerais e fibras, bem como a versatilidade culinária que seu uso propicia. Isso pode derivar do seu cultivo ser restrito a quintais e pequenas hortas sem modelo de cultivo e cadeia de valor estabelecida.

Salienta-se que as pesquisas existentes, aqui evidenciadas, mostram o potencial da planta, mas os resultados são variáveis e com focos específicos, havendo falta de estudos mais robustos que avaliem fatores edafoclimáticos que possam ter impacto na composição fitoquímica e, conseqüentemente, em seu potencial aproveitamento em maior escala. Consoante, há carência de estudos que conectem os contextos botânicos, agrônômicos, nutricionais, industriais e farmacológicos de forma a possibilitar um melhor entendimento da cadeia completa dessa PANC.

---

<sup>9</sup> Produto obtido de planta medicinal, ou de seus derivados, exceto substâncias isoladas, com finalidade profilática, curativa ou paliativa.

<sup>10</sup> Que é aplicado diretamente sobre a pele.

<sup>11</sup> "Doença crônica da pele, não contagiosa, caracterizada pela presença de manchas róseas ou avermelhadas, recobertas por escamas esbranquiçadas [...]" de causa desconhecida (Psoríase, ([200-?])).

#### 4 ASPECTOS GERAIS SOBRE A PANC JUNÇA (*Cyperus esculentus* L.)

A espécie *Cyperus esculentus* L. é conhecida no Brasil por junça ou tiririca. De acordo com Lorenzi (2008), trata-se de uma espécie do reino *Plantae*, classe *Liliopsida*, ordem *Poales*, grupo informal *Angiospermae*, pertencente à família *Cyperaceae* e gênero *Cyperus*.

Popularmente é conhecida por nomes diferentes nas várias regiões do planeta por onde se espalhou: tigrinha, junça, coquinho, tiririca, cetufa, eart almond, rush-nut, amande de terre tigernut, amêndoa da terra, chew-fa, nozes zulu, “ayaya” em hausa, “ofio” em iorubá, “akiausa” em igbo, tiriricão, batatinha-de-junça, cebolinha, junco, junquinho, noz-tigre, tiririca-amarela, tiririca-mansa, juncinho, chufa, castanha de ferro, castanha subterrânea, noqueira subterrânea, fruta de ginseng e feijão de ginseng (Pascual *et al.*, 2000; Matos, 2007; Oladele; Aina, 2007; Lorenzi, 2008; Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012; Correia *et al.*, 2020; Zhang *et al.*, 2022).

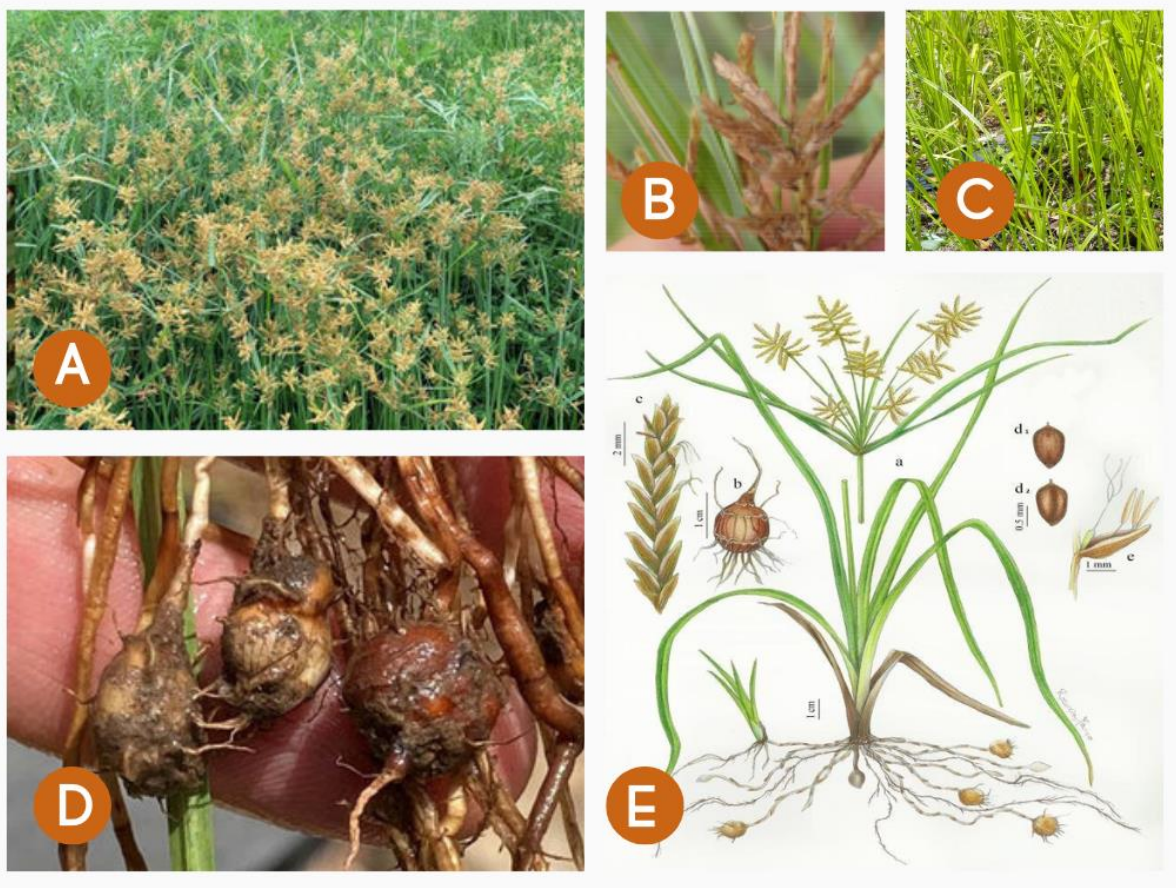
Conforme pode ser observado na Figura 3, trata-se de uma planta perene, herbácea, ereta, de caule triangulado (Fig. 3E), sem ramificação e sem nós, glabro, de inflorescência amarelada (Fig. 3A-B), de 20 a 90cm de altura (Lorenzi, 2008), conforme Figura 3. As flores são pouco visíveis e frutos do tipo aquênio, triangular, com ângulos obtusos (Fig. 3C) (Matos, 2007).

Conforme Matzenauer, Pereira-Silva e Hefler ([20--]), trata-se de uma planta:

[...] com rizomas estoloniformes; antelódio geralmente composto, laxo; espigas laxas, com 14-36(-55) espiguetas nos centrais ramos terminais; ráquis escabra; glumas férteis geralmente amareladas, mucronadas; aquênio palhete ou acinzentado, superfície lisa ou levemente reticulada.



Figura 3 – *Cyperus esculentus* L. (junça)



Fontes: Adaptado pela autora de Lombard (2022, p. 10); Follak *et al.* (2016, p. 36).

Dados: (A) campo de cultivo de *C. esculentus* (foto de Dave Richardson); (B) inflorescência (foto de David Hoare); (C) planta sob cultivo (foto da autora); (D) colmo e talo (foto de David Hoare); Em E (foto de Dan Spaulding) vê-se o diagrama de *C. esculentus*: (a) parte florida (b) noz/tubérculo maduro (c) adesivo (d1) observação aquênio-dorsal (d2) observação aquênio-ventral (e) flor e ráquila.

Conforme Moreira e Bragança (2011), o tubérculo de *C. esculentus* (Fig. 3D) se origina a partir do crescimento do rizoma, as folhas são lineares e quase do tamanho do eixo principal da inflorescência (Fig. 3C), o qual possui forma triangular e contém no seu ápice até 6 brácteas (Fig. 3E). O número e o tamanho das folhas da base da planta, bem como das brácteas assentadas sobre o escapo trigono e a coloração das espigas, permitem identificar a espécie (Moreira; Bragança, 2011).

O sistema subterrâneo é bem desenvolvido e constituído de numerosos estolhos delgados que terminam em tubérculos globosos com até 2,5cm de diâmetro longitudinal, parcialmente recobertos por restos de bainhas curtas (Figura 3 D-E) (Matos, 2007). Segundo Sánchez-Zapata, Fernández-López e Pérez-Alvarez (2012), embora o nome popular “noz de tigre” passe a impressão de ser uma amêndoa, na realidade é um tubérculo.

A junça ou tiririca amarela é considerada uma erva daninha, sendo uma espécie adaptada originária do Mediterrâneo e sudoeste da Ásia, dispersa em quase todos os países do

mundo (Holm *et al.*, 1991; Kinupp; Lorenzi, 2014; Follak *et al.*, 2016; Correia *et al.*, 2020). Trata-se de uma espécie alimentícia que no Brasil é negligenciada e até marginalizada por infestar monoculturas, mas que possui amplo potencial de disseminação em diversos solos, além de servir para o desenvolvimento de novos produtos (Kinupp; Lorenzi, 2014).

É uma planta infestante das regiões tropicais e mediterrâneas (Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012), embora seja descrita como sendo nativa da América do Norte e amplamente dispersa por todo o planeta (Lorenzi, 2008). A espécie *C. esculentus* possui um total de 633 registros no SpeciesLink Network ([2025]), sendo 419 registros no Brasil, conforme é mostrado na Figura 4, onde se observa se encontra bem dispersa no território brasileiro, sendo considerada naturalizada e distribuída por todas as cinco regiões.

Figura 4 – Domínios fitogeográficos de *Cyperus esculentus* L. no Brasil



Fonte: Zappi e Taylor ([2025?]).

Dados: Ocorrências confirmadas: Norte em verde (Amazonas, Pará, Rondônia); Nordeste em salmão (Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sergipe); Centro-Oeste em amarelo (Distrito Federal - azul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso); Sudeste em vermelho (Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo); Sul em roxo (Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina).

No Brasil, conforme Lorenzi (2008), a *C. esculentus* é uma planta daninha muito frequente, infestando solos cultivados e não cultivados, sendo muitas vezes encontrada associada à espécie *Cyperus rotundos* L. (tiririca verdadeira).

De acordo com Lorenzi (2008) e Moreira e Bragança (2011), a junça é uma espécie herbácea perene que se desenvolve em todo o Brasil, prevalecendo em áreas úmidas onde forma grandes tapetes homogêneos e vegetando em solos drenados das áreas ocupadas com horticultura, fruticultura, pastagens, margens de rodovias e terrenos baldios, constituindo-se uma planta indesejável de difícil controle.

Conforme Negbi (1992), trata-se de uma planta de verão, propagada vegetativamente a partir de tubérculos, sendo tanto a variedade amarela (*Cyperus esculentus* L.) quanto a roxa (*Cyperus rotundus* L.) consideradas algumas das ervas daninhas mais problemáticas do mundo.

Na visão de Matos (2007), *C. esculentus* é muito confundida com *C. rotundus* (verdadeira tiririca ou dandá), que possui rizomas menores, amargos e não comestíveis. Esses são empregados por grupos indígenas do Nordeste brasileiro como aditivos da bebida enteógena, de uso ritualístico, denominada vinho de jurema, rica em alcaloides e cipereno de ação hormonal feminina (Matos, 2007).

Segundo Pascual *et al.* (2000), *C. esculentus* cresce selvagem como uma erva daninha, mas também é cultivada como cultura e, embora possa ser encontrada em regiões frias como o Alasca, constitui-se uma espécie de áreas quentes (zonas tropicais e temperadas em todo o mundo).

Historicamente, como apontam Negbi (1992), Pascual *et al.* (2000) e Matos (2007), a junça foi cultivada durante séculos no sul da Europa, principalmente com finalidades alimentícias, sendo sua provável introdução, por árabes durante a Idade Média (dominação da Espanha pelos mouros) após expansão pelo norte da África, uma vez que há relatos do cultivo e consumo da planta em túmulos pré-dinásticos no Egito antigo.

De acordo com Oladele e Aina (2007), na África são cultivadas três variedades (preta, marrom e amarela), onde há mais disponibilidade no mercado da amarela e marrom, sendo a variedade amarela preferida dentre todas as outras, por causa do maior tamanho, cor atraente e melhor produtividade de “leite vegetal”.

Sobre as variantes da espécie, um estudo desenvolvido por Schippers, Ter Borg e Bos (1995) analisou materiais botânicos de todos os herbários do mundo, encontrando quatro variedades para *Cyperus esculentus* L.: var. *esculentus*, var. *leptostachyus*, var. *macrostachyus* e var. *heermannii*, sendo todas de ocorrência nas Américas e Europa, com a var. *esculentus* predominando na África e sul da Europa, o que se correlaciona à tradição de uso na alimentação pelos povos dessas regiões.

#### 4.1 Principais usos e potencialidades

Com base em Matos (2007), os tubérculos são comestíveis e em um passado não longínquo, foram comercializados nas farmácias sob nomes de “dulcínia” ou “bulbili Trasi”. Desde os tempos antigos, o tubérculo de *C. esculentus* tem sido considerado um alimento, inclusive muito importante no Egito (Pascual *et al.*, 2000). Tanto os tubérculos de *C. esculentos* quanto de *C. rotundus* eram usados no antigo Mediterrâneo oriental como alimento, perfume e remédio (Negbi, 1992).

Nesses locais, os tubérculos chamados localmente de “malniathaUe” eram consumidos após imersão ou torrefação, sendo também usados em outros locais como substitutos para café e chocolate ou como doce (Pascual *et al.*, 2000). Os tubérculos de *C. esculentus* são ricos em amido e lipídios, podendo ser consumidos crus, torrados, secos, assados ou, quando misturados com água e açúcar, transformados em uma bebida refrescante denominada “horchata de chufa” tradicional em Valença, na Espanha, também usada no tratamento caseiro de portadores de sarampo, enfermidades febris, gripe e diarreia (Pascual *et al.*, 2000; Oladele e Aina, 2007; Matos, 2007; Sánchez-Zapata, Fernández-López e Pérez-Alvarez, 2012).

Em alguns países, são muito apreciados por seus benefícios à saúde e valor nutritivo, com alto teor de fibras, proteínas (sendo uma boa fonte de aminoácidos totais, com perfil dominado por ácido aspártico seguido de ácido glutâmico, leucina, alanina e arginina), açúcares, ricos em ácido oleico, glicose, fósforo, potássio, vitaminas C e E (Arafat *et al.*, 2009; Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012).

No Brasil, são raras as comunidades que usam os tubérculos de junça como alimento, embora a planta esteja amplamente distribuída no território. Conforme dados etnobotânicos colhidos na Serra da Ibiapaba, no Ceará, por Matos (2007), o consumo se dá como afrodisíaco, antiofídico ou simplesmente guloseima por seu sabor adocicado com gosto de coco maduro.

Assim, para Kinupp e Lorenzi (2014), *C. esculentus* é uma PANC negligenciada e até marginalizada por ser considerada uma erva daninha; no entanto, apresenta amplo potencial nutricional e medicinal para o desenvolvimento de novos produtos. Essa afirmativa foi compartilhada por Vries (1991) quando relatou que a espécie não foi totalmente utilizada e investigada devido à sua aparência de grama e o tratamento dado como erva daninha de difícil controle por muitos países e instituições ligadas ao agronegócio.

Esses dados são confirmados por estudos de Matos, Cavalcanti e Parente (2008),

quando citam que a planta é uma fonte inexplorada de alimento energético, com alto valor nutricional viável e recomendável para cultivo no Nordeste do Brasil, região castigada por secas e com baixos índices de desenvolvimento humano (IDH).

Sobre esses aspectos, Sánchez-Zapata, Fernández-López e Pérez-Alvarez (2012) ressaltam que novos produtos são essenciais para aumentar o interesse pela cultura de *C. esculentos*, visto que pode ser considerada fonte de fibra alimentar e óleo para preparação de diversos alimentos, o que amplia a SAN, principalmente de populações em áreas críticas do planeta.

Além de ser boa fonte de nutrientes, a espécie é considerada adequada para a produção industrial de amido, apresentando vantagens como elevado rendimento, fácil cultivo e fácil extração de amido (Yu *et al.*, 2022). Os tubérculos secos apresentam baixo teor de umidade (3,75%), altos teores de amido (295 g/kg), alto teor de gordura (30%), quantidades significativas de fibra (4,30%), Cálcio (152,00 ppm), Fósforo (123,00 ppm) e Sódio (140 ppm) (Arafat *et al.*, 2009).

Os resultados da análise fitoquímica dos tubérculos registraram 25,1% de celulose bruta na forma de fibras, até 25,5% de óleo fixo semelhante ao óleo de coco e 45% carboidratos constituídos principalmente de amido e maltose (Matos, 2007).

Segundo Sánchez-Zapata, Fernández-López e Pérez-Alvarez (2012) os teores de lipídios, proteínas e carboidratos de *C. esculentus* (fibras e amido incluídos) são maiores do que os dos outros tubérculos, possuindo quase o dobro da quantidade de amido da batata ou da batata doce e o teor de fibras situa-se dentro da faixa usual para castanhas.

Sob o aspecto das potencialidades no campo da microbiologia, Zhang *et al.* (2022) catalogou diversos estudos que confirmam ação antimicrobiana dos extratos de *C. esculentus* com solventes (álcool, acetona, éter de petróleo e clorofórmio) para *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Citrobacter freundii*) e ação do óleo contra o fungo *Candida albicans* e atividade antimicrobiana parcial contra *Staphylococcus aureus*.

As potencialidades da farinha de duas variedades de rizoma de *C. esculentus*, estudadas por Oladele e Aina (2007), demonstraram teor de proteína para a variedade amarela de 7,15% e de 9,70% para variedade marrom, tendo esta, maiores teores de gordura, cinzas, potássio, magnésio, manganês e ferro, sendo, entretanto, a variedade amarela a mais aceita sensorialmente e comercialmente.

Estudos realizados por Linssen *et al.* (1988) e Arafat *et al.* (2009) compararam óleos prensados a frio de *C. esculentus* e *Olea europaea* L. (azeitona) quanto à composição de

ácidos graxos e triglicerídeos, evidenciando que o óleo de junça é semelhante ao azeite de oliva em composição de ácidos graxos bem como na distribuição posicional dos ácidos graxos nos triglicerídeos, sendo a cor e o sabor diferentes, visto que um é derivado de um tubérculo e o outro de um fruto. Por ser uma oleaginosa de pequeno porte foi proposta como fonte de lipídios semelhantes (Matos, 2007).

O óleo de *C. esculentus* tem um perfil monoinsaturado (> 60% de ácidos graxos monoinsaturados (MUFA)) semelhante também aos óleos de avelã, noz de macadâmia, abacate e caroço de damasco (Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012; Dubois *et al.* 2007). Os conteúdos de ácido oleico e ácido linoleico no óleo de *C. esculentus* são muito altos, possuindo importante valor medicinal e propriedades promotoras da saúde (Zhang *et al.*, 2022).

Segundo Matos (2007), os tubérculos contêm alguns flavonoides glicosilados com propriedade antioxidante, cujo consumo pode proteger o sistema imune, especialmente para pessoas subnutridas e ademais minimizar as consequências da queda de imunidade causada pelo vírus HIV. Seus usos populares como alimento, bebida e remédio sugerem que esses tubérculos comestíveis podem ter potencial alimentar funcional (Zhang *et al.*, 2022).

Sobre as potencialidades econômicas da junça, de acordo com Pascual *et al.* (2000), a África exporta anualmente 2.300 toneladas de tubérculos para a Espanha, pois se trata de uma cultura representativa da região mediterrânea espanhola, ocupando quase 900 hectares, com uma produção de 9000 toneladas por ano.

Segundo matéria publicada por Chen (2019), no site de jornalismo independente “*Diálogo Chino*”, o Departamento de Desenvolvimento Rural da China realizou um seminário onde discutiu como a junça poderia reduzir a dependência do país nas importações de soja como oleaginosa, visto que mais de 85% desta vêm de outros países.

A espécie também apresenta elevada potencialidade para o uso como matéria-prima para a produção de etanol por meio do processo de fermentação alcoólica, devido aos teores de açúcares redutores (12,23 %) e de 24,27 °GL (Pereira *et al.*, 2016).

No que se refere a área de patentes com a planta, Correia *et al.* (2020) avaliaram as potencialidades da espécie no cenário mundial, encontrando 698 patentes e 118 artigos com focos principais em produtos alimentícios, agricultura e área farmacêutica, sendo o principal país envolvido, a China, o que reforça o interesse pela planta e confirma os dados de Chen (2019).

O Quadro 1 descreve as cinco patentes brasileiras encontradas nos bancos de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) para *C. esculentus* referentes ao

período até 2023.

Quadro 1 – Patentes com *Cyperus esculentus* L. no Brasil

Nº de Pedido	Título	Depositante	Data de depósito	Data de publicação	Tipo
PI 9703453-3 A2	Projeto Junça	Severino Oliveira Silva (BR/DF)	1997	1999	A: Necessidades humanas
BR 10 2014 022463 7 A2	Processo de produção simultânea de biodiesel e álcool empregando <i>Cyperus esculentus</i> .	Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO-PR (BR/PR)	2014	2015	C: Química e Metalúrgica
BR 10 2017 021672 1 A2	Composição oriunda de <i>Cyperus esculentus</i> L. com atividade antibacteriana e antibiofilme.	Universidade Estadual de Santa Cruz (BR/BA)	2017	2019	A: Necessidades humanas
PI 0510462-9 A2	Produto fermentado isento de lactose e método de obtenção do mesmo.	Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ES)	2005	2007	A: Necessidades humanas
BR 11 2019 014238 0 A2	Composições para reduzir o apetite e desejo, aumentar a saciedade, melhorar o humor, e reduzir o stress.	Nektium Pharma, S.L. (ES)	2018	2020	A: Necessidades humanas

Fonte: Adaptado de INPI ([202-?]), pela autora<sup>12</sup>.

Em termos de segurança toxicológica, a estimativa da dose letal mediana (DL<sub>50</sub>) de tubérculos de *C. esculentus* foi feita por Udefa *et al.* (2020) concluindo que o extrato hidroetanólico é seguro quando administrado até 5g/kg pc em ratos. Já Marchyshyn, Slobodianiuk e Ivasiuk (2021) concluíram que a toxicidade aguda dos extratos secos das folhas e tubérculos (de acordo com a classificação de K.K. Sydorov) são considerados praticamente inofensivos, LD<sub>50</sub> > 5000 mg /kg.

Em termos de SAN, a cultura de *C. esculentus*, segundo Asare *et al.* (2020), está se tornando importante para muitas famílias pobres africanas na geração de renda e subsistência como produtoras e/ou comerciantes, sem a necessidade de grandes investimentos de capital, com cerca de 70% dos agricultores do sexo feminino.

De acordo com a FAO (2005, [p. 12], tradução nossa), em Burkina Faso e em todo o Sahel da África Ocidental, mulheres da zona rural coletam frutas, folhas e raízes de plantas nativas, como o baobá (*Adansonia digitata* L.), folhas de azeda vermelha (*Hibiscus sabbdarifa* L.), folhas de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. toweri) e tubérculos de *C. esculentus* para uso na alimentação das famílias, como forma de complementar os grãos agrícolas

<sup>12</sup> Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>.

(painço, sorgo) que fornecem apenas uma parte do espectro nutricional e podem falhar em qualquer ano.

Nesse contexto, em termos de SAN no Brasil, *C. esculentus* não é aproveitado como complementação da dieta. Isso leva a depreender que, embora essa revisão bibliográfica tenha evidenciado a vasta ocorrência de *C. esculentus* no Brasil, há uma ausência de informações detalhadas, especialmente em estudos científicos, sobre as diferentes variedades encontradas em território brasileiro e suas características nutricionais, farmacognósticas e farmacológicas. Da mesma forma, ainda não há um mapeamento agrônomo detalhado da sua distribuição, a ponto de facilitar a implantação de cadeias produtivas de valor com foco em alimentação e saúde. Isso levanta um questionamento sobre os motivos que fazem essa planta, tão onipresente no Brasil, ser vista ainda apenas como uma “erva daninha”, ao mesmo tempo em que em outros países, é vista como um rico recurso histórico, econômico e nutricional.

Ao se evidenciar que as patentes brasileiras são poucas, em sua maioria de universidades, alerta-se para uma ausência de mercado/desenvolvimento econômico (produção de óleo, biocombustível) que pode ser explorado através de cadeias sustentáveis de maior escala, sendo importante *a posteriori* investigar os entraves que permeiam esse cenário no país, especialmente nas regiões mais carentes.



## 5 CONSUMO CONSCIENTE DE ALIMENTOS, SAÚDE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL

O mundo vive, atualmente, uma crise global de insegurança alimentar e nutricional, agravada pelas mudanças climáticas e pelas consequências da pandemia de SARS-CoV-2, o que exige uma urgente transformação dos sistemas alimentares (Schug *et al.*, 2023; Lee; Zeng; Lou, 2024). Em 2023, quase 29% da população mundial havia alcançado índices moderados ou graves de insegurança alimentar com quadros preocupantes para África, Ásia e América Latina (FAO *et al.*, 2023).

Nas Américas, alguns países detentores de ricas biodiversidades vêm enfrentando desafios semelhantes aos de regiões marcadas por secas históricas, como África Subsaariana, onde a insegurança alimentar é o desafio mais urgente a ser resolvido pelos governos (Aboye; Gebre-Egziabher; Kebede, 2024). Até em países desenvolvidos, como os Estados Unidos da América (EUA), a insegurança alimentar se torna presente, afetando negativamente praticamente todos os domínios da saúde dos idosos (Leung; Insolera; Wolfson, 2024).

De acordo com a FAO *et al.*, (2021), fatores externos e internos aos sistemas alimentares (incluindo baixa renda, conflitos, mudanças climáticas e baixa produtividade) tornam as dietas saudáveis inacessíveis para bilhões de pessoas, pois têm por consequência a elevação dos custos dos alimentos nutritivos. Nesse sentido, no mundo globalizado da atualidade há o desafio de se administrar um sistema agroalimentar de escala mundial, extremamente complexo, cuja ineficiência reverbera em fome, desnutrição e doenças (Gago; Sargisson; Milfont, 2024; Coletti, 2022; Demambro; Pietrafesa; Gomez Rojas, 2021; Zhang *et al.*, 2021; Morais; Sperandio; Priore, 2020; Angelis *et al.*, 2020).

Nesse contexto, para o Brasil, considerado o “celeiro do mundo”, os desafios da insegurança alimentar se fazem mais complexos, pois estão fortemente correlacionados aos Indicadores de Desenvolvimento Humano (IDH), como pobreza, dificuldade de acesso aos serviços mais básicos e problemas relacionados às desigualdades raciais, de gênero e territoriais (Gago; Sargisson; Milfont, 2024). Trata-se de um cenário que pode ser melhor compreendido quando se demonstra que as múltiplas desigualdades enfrentadas por brasileiras negras, chefes de família e com filhos, tornam-nas mais susceptíveis à insegurança alimentar e nutricional (Golgher, 2024; Santos *et al.*, 2023).

Consoante, ao se analisar o conceito brasileiro de segurança alimentar e nutricional (SAN), verifica-se que este envolve toda a cadeia alimentar e pressupõe o direito ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem

comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambientalmente, culturalmente, economicamente e socialmente sustentáveis (Morais; Sperandio; Priore, 2020; Brasil, 2006).

Da mesma forma, ao se analisar a SAN em suas sete dimensões, compreende-se que muitas delas ainda encontram obstáculos para o pleno estabelecimento no Brasil, pois envolvem desde a produção de alimentos/disponibilidade alimentar; renda/despesas com alimentação; acesso à alimentação adequada; saúde/acesso a serviços de saúde; educação; políticas públicas, orçamento e direitos humanos (Consea, 2010; Moraes; Sperandio; Priore, 2020).

Assim, embora um recente relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2024) tenha indicado uma redução da fome no Brasil em 2023, comparativamente à 2022, depreende-se que a persistência da pobreza, dos conflitos pelas concentrações de terras, as mudanças climáticas e o pouco conhecimento sobre qualidade alimentar continuam representando obstáculos para a garantia da SAN no país.

Dessa forma, para o Brasil, há a necessidade de se integrar diferentes setores da sociedade e do governo (Golgher, 2024), pois se faz necessário mudar os paradigmas em relação aos sistemas alimentares, que devem ser mais sustentáveis, inclusivos e resilientes (Marques, 2015).

Com isso, o consumo consciente de alimentos no Brasil pressupõe o entendimento de um conjunto de questões complexas relacionadas à sua cultura e ao seu território que precisam ser interligadas, pois envolvem desde os desafios atuais trazidos pelas mudanças climáticas, sustentabilidade, segurança alimentar, saúde, desigualdades sociais, produção de alimentos até relações internacionais.

## **5.1 Reflexões sobre sustentabilidade e produção de alimentos no Brasil**

A sustentabilidade busca garantir a vida das gerações atuais e futuras, equilibrando as dimensões social, ambiental, territorial, econômica, política, cultural e ecológica (Sachs, 2002). Entretanto, globalmente, mudanças extensas comprometem essa busca, especialmente no que diz respeito à produção de alimentos, exigindo um novo pensar.

Produzir de forma sustentável e contínua é um dos grandes desafios mundiais do século XXI, pois a perda da biodiversidade, decorrente da conversão de *habitats* naturais e do uso insustentável de recursos compromete serviços ecossistêmicos essenciais ao bem-estar

humano (Joly *et al.*, 2019), havendo necessidade de diversificar sistemas agrícolas para reduzir dependências externas e ampliar a autossuficiência alimentar local. Isso porque os gases de efeito estufa, o aquecimento do clima em mais de 1,5 °C, as tempestades solares, bem como conflitos e migrações em massa podem levar à perda de grandes monoculturas devido à dependência de insumos, pesticidas, nutrientes, mecanização e irrigação (Stokstad, 2020; Clark *et al.*, 2020; Moersdorf *et al.*, 2023).

Da mesma forma, no campo social, há a necessidade urgente de intervir contra o retrocesso das ações em direitos humanos, os conflitos internos e externos, as ameaças à biodiversidade e a divisão digital entre países ricos e pobres, rurais e comunidades remotas (Pires; Ribeiro; Cruz, 2024), uma vez que a previsão de escassez de recursos naturais básicos e matérias-primas torna obrigatório migrar para uma economia ecológica com pensamento sistêmico, integrando fenômenos antes dissociados, através de sistemas locais e diversificados (Freitas; Porto, 2006).

Através da Agenda 2030, em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre eles erradicar a fome e promover uma agricultura sustentável (ODS 2), cuidar da saúde e bem-estar (ODS 3) e melhorar o clima (ODS 13) (ONU, 2015; FAO *et al.*, 2021). Consoante, o Brasil se propôs a resolver questões complexas para alcançar os ODS até 2030, o que implica romper determinados paradigmas colonialistas alicerçados na exploração, em hierarquias raciais, de gênero e territoriais, que são empecilhos estruturais para a segurança alimentar em seu território (Pires; Ribeiro; Cruz, 2024). Um exemplo disso é a narrativa midiática que estimula o crescimento do agronegócio, promovendo uma ideia de modernidade e geração de riquezas internas, quando na realidade ocorre a supressão do seu lado obscuro, que inclui o uso de pesticidas, o desmatamento, a degradação dos solos, a pobreza no campo, dentre outras contradições (Santos; Silva, 2020; Santos; Silva; Maciel, 2019; Cardoso; Sousa; Reis, 2019).

Sabe-se que, para a Constituição Brasileira, o princípio da função social da propriedade rural preconiza um aproveitamento racional da terra, bem como uma utilização sustentável dos recursos naturais e a preservação do meio ambiente (Brasil, 1988). O combate ao desmatamento e enfrentamento da emergência climática estão incluídos no Plano Plurianual 2024-2027, sendo objetos da Lei nº 14.802 de 10 de janeiro de 2024. Entretanto, de acordo com Franco e Caiado (2023), embora a legislação brasileira proteja a biodiversidade agrícola, na prática é verificado que hegemonicamente, o agronegócio de larga escala é beneficiado em detrimento dos sistemas de produção tradicionais e da diversidade genética local, o que culmina com uma realidade alarmante de desmatamento, uso de pesticidas e

morbidade da população.

Para Durigon, Madeira e Kinupp (2023), o consumo disseminado promovido pelos veículos de comunicação em massa também colabora para que grandes corporações influenciem hábitos alimentares em favor de seus interesses econômicos, mesmo que sejam conflitantes com a preservação da biodiversidade brasileira e com uma dieta considerada saudável pelo Guia Alimentar para a População Brasileira, utilizado pelo governo.

Ao tomar como exemplo a produção de carne no país, configurada como uma das atividades mais lucrativas para o Brasil, os impactos ambientais e à saúde parecem ser minimizados (Souza Filho *et al.*, 2018; Clark *et al.*, 2020). Ao adentrar sua cadeia produtiva, constata-se que apenas a carne bovina (que coloca o Brasil na segunda posição mundial) demanda cerca de 1000 litros de água por animal e mais de 3000 litros diários para limpeza, consumindo 22% da água utilizada no país (Costa *et al.*, 2024). Além disso, a quase totalidade da soja produzida é destinada aos animais de abate, com o setor agrícola utilizando aproximadamente 70% do volume de água doce consumido no planeta, além dos pesticidas para cultivo (Costa *et al.*, 2024; Coletti, 2022; Hess, 2018).

Essa pecuária, de forma geral, também contribui com 70% a 75% do desmatamento do bioma da Amazônia, além da pesca predatória, exploração madeireira ilegal, urbanização e mineração que poluem ecossistemas e comprometem a sobrevivência das populações ribeirinhas e da biodiversidade local (Santos *et al.*, 2024; Galdino *et al.*, 2016; Marques, 2015; Melo; Barros, 2006).

Quanto ao desafio dos pesticidas para a sociobiodiversidade, a dinâmica hegemônica de produção de alimentos vigente no Brasil propiciou que em apenas 14 anos (2000 a 2014), o consumo desses produtos fosse quadruplicado (Coletti, 2022). Atualmente, produtos legalizados e não legalizados no país, suas misturas, bem como outros banidos na União Europeia, estão presentes tanto na forma de resíduos nos alimentos, como contaminando reservas hídricas, ocasionando seus efeitos danosos sobre a saúde do povo brasileiro (Coletti, 2022; Demambro; Pietrafesa; Gomez Rojas, 2021; Hess, 2018; Bombardi, 2017). Nesse contexto, há também o ciclo vicioso de violações contumazes aos direitos humanos e ambientais (Bombardi, 2017) somado à violência contra aqueles que denunciam tais práticas (Melquíades Júnior, 2024; Após [...], 2021).

Outro desafio pressupõe considerar que esses impactos sobre os ecossistemas, contam positivamente para o Produto Interno Bruto (PIB), visto que este mede o fluxo de caixa resultante da atividade econômica em geral, mas não mede os gastos com as consequências negativas do processo produtivo, incluindo os gastos com a saúde e a perda do

bem-estar decorrentes da degradação ambiental (Freitas; Porto, 2006; Demambro; Pietrafesa; Gomez Rojas, 2021; Vibian; Araújo; Cavazzini, 2021; Coletti, 2022; Procházka *et al.*, 2023). Essa lógica ainda não foi incorporada no que se refere aos custos e riscos que diferentes produtos alimentares (ou sistemas de produção) impõem à saúde da população brasileira (Paim; Alonso, 2020).

Por outro lado, a preservação ambiental nas propriedades rurais brasileiras ainda é percebida de forma fragmentada pelos agricultores, priorizando os aspectos econômicos em detrimento da saúde e da sustentabilidade, o que reforça a necessidade de mecanismos mais eficazes e inclusivos de conscientização/educação no campo (Coletti, 2022). Para Durigon, Madeira e Kinupp (2023) e Lisbinski (2024), a adaptação à crescente demanda dos consumidores dos produtos brasileiros por opções mais saudáveis com sustentabilidade é um processo que vai requerer do Brasil o apoio do governo e a sensibilização de toda a sociedade para alternativas agroecológicas. Segundo Costa (2023) deve-se gerar empoderamento no campo, garantindo alimentos mais seguros para a população e estabelecendo sistemas agrícolas mais sustentáveis e resilientes.

Inferese assim, que o incentivo à agroecologia pode ser considerado uma alternativa promissora para a construção de sistemas alimentares mais sustentáveis, justos e resilientes no país, embora existam os desafios que moldam as subjetividades e as relações sociais relacionadas ao alimento (Backes; Giongo; Cúnico, 2023).

## **5.2 Conflitos entre o prato, planeta, saúde e o discurso político não vegetal no Brasil**

O Guia Alimentar para a População Brasileira preconiza uma dieta rica em nutrientes essenciais obtida através de alimentos *in natura* ou minimamente processados, considerando a sustentabilidade dos sistemas alimentares (Brasil, 2014). Com isso, pressupõe-se o alimento como uma matriz complexa com propriedades sinérgicas e funcionais, dissociando-se da concepção reducionista de que a saúde e a SAN estão associadas a nutrientes isolados (Suarez-Torres *et al.*, 2017; Rosi *et al.*, 2017; Eaton, 2006; Cordain *et al.*, 2005).

Essa perspectiva amplia a percepção sustentável, possibilitando reconhecer as interrelações entre a alimentação saudável, o acesso a ela, ao território e ações de governo, correlacionando-a à sustentabilidade ambiental, segurança alimentar, escolhas individuais, dilemas éticos e valores morais que se não obedecidos podem gerar conflitos (Rosi *et al.*, 2017; Varzakas; Antoniadou, 2024).

Mas, no que concerne ao território, constata-se que as áreas mais propensas à insegurança alimentar e doenças estão distantes das áreas produtoras de alimentos, sofrendo influência de propagandas de incentivo ao consumo de ultra processados (Coletro *et al.*, 2023; Tiuganji, 2020), onde os hábitos sedentários e a falta de sincronização dos ritmos circadianos vêm contribuindo mais ainda para um elevado consumo desses produtos, correlacionando-se transversalmente a maiores chances de doenças, tais como sintomas depressivos e ansiosos nessas populações (Lane *et al.*, 2022; Sanchez *et al.*, 2019). Com isso, é preciso aprofundar o entendimento dos mecanismos que medeiam essas associações (Zhang; Giovannucci, 2022).

De acordo com o Comitê de Segurança Alimentar Mundial, o aumento do consumo de ultra processados e a perda da soberania alimentar vêm propiciando cada vez mais desequilíbrios alimentares globais, como sobrepeso associado à fome e à desnutrição (paradoxo nutricional), dada a influência da dieta na modulação do microbioma intestinal e na prevenção de diversas doenças, onde sabe-se que um estilo de vida saudável, com alimentação equilibrada, manutenção do peso ideal e prática regular de atividade física são fundamentais para uma saúde plena (Aguiar *et al.*, 2023; Castro-Cuesta *et al.*, 2023; Oster; Chaves, 2023; Amorim; Barbosa; Sobral, 2022; Zhang *et al.*, 2021; Moraes; Sperandio; Priore, 2020; Angelis *et al.*, 2020; Alexandre; Cebola; Mendes, 2012).

No que concerne à temática sanitária, Paim e Alonso (2020), Acosta *et al.* (2020) e Paula e Silva (2024) refletem sobre às escolhas e práticas da sociedade onívora em relação ao uso de animais na alimentação, levantando questões sobre quais pandemias estão sendo preparadas para as próximas décadas, dado que doenças zoonóticas, infecciosas e bactérias resistentes não respeitam fronteiras. Pesquisas do mundo inteiro têm demonstrado uma associação positiva entre o consumo elevado de carnes vermelhas, câncer e doenças crônicas não transmissíveis (Kennedy *et al.*, 2024; Tayyem *et al.*, 2023; Sivasubramanian *et al.*, 2023; Guo *et al.*, 2022). Não obstante, o Instituto Nacional do Câncer (INCA) recomenda limitar o consumo semanal de carne vermelha a no máximo 500 gramas (INCA, 2022). De acordo com Moraes *et al.* (2014) e Tinahones Madueño (2023) há uma estreita relação entre a gordura presente na carne vermelha e a microbiota de seus consumidores<sup>13</sup>. Segundo Koeth *et al.* (2013) os metabólitos da L-carnitina, encontrada na composição da carne vermelha, aceleram a aterosclerose,<sup>14</sup> desempenhando um papel crucial na patogênese das complicações microvasculares do diabetes, incluindo a retinopatia (Jiang *et al.*, 2024; Moraes *et al.* 2014;

<sup>13</sup> Os microorganismos que residem no corpo humano constituem a microbiota e os seus genes são conhecidos como microbioma.

<sup>14</sup> “[...] patologia multifatorial [...] caracterizada por uma inflamação crônica progressiva [...] que forma lesões gordurosas na túnica íntima [...] das artérias [...]” (Ribeiro *et al.*, 2024, p. 2-3).

Koeth *et al.*, 2013).

Por sua vez, estudos desenvolvidos por Jenkins *et al.* (2022) e Martinez-Rodriguez (2018) concluíram que uma dieta vegetariana hipocalórica e exercícios físicos reduzem dores, melhoram a composição corporal e têm maior potencial de redução nas emissões de gases de efeito estufa. Isso é particularmente importante para o Brasil, visto que os alimentos vegetais estão disponíveis abundantemente em seu território. Uma alimentação baseada em vegetais (vegana ou vegetariana) contribui para a saúde, propiciando o aumento de bactérias degradadoras de fibras, além de aumentar a síntese de ácidos graxos fecais de cadeia curta (SCFAs), bem como pode proteger contra o câncer de cólon em humanos ao produzir ácido butírico (Khavandegar *et al.*, 2024; Itsiopoulos *et al.*, 2022; Angelis *et al.*, 2020; Filippis *et al.*, 2016; Meehan; Beiko, 2014).

A substituição de apenas 10% da ingestão calórica diária de carne bovina por frutas, legumes, nozes e frutos do mar pode proporcionar um ganho de tempo de vida de 48 minutos/pessoa/dia e uma redução de 33% na pegada do carbono dietético (Stylianou; Fulgoni; Jolliet, 2021). Para macronutrientes, as dietas à base de plantas apresentam diferentes tipos de ácidos graxos (mono e poli-insaturados *versus* saturados e trans) e açúcares (complexos e não refinados *versus* simples e refinados), que podem ser importantes para mediar efeitos benéficos à saúde (Jakše *et al.*, 2024; Medawar *et al.*, 2019; McMacken; Shah, 2017). De acordo com Willett *et al.* (2019) se a população brasileira aumentar o consumo de alimentos de base vegetal e reduzir substancialmente o consumo de alimentos de origem animal (flexitarianismo) reduzirá os efeitos ambientais e melhorará os resultados de saúde, contribuindo para desobstruir os gastos públicos com o Sistema Único de Saúde (SUS).

Ao mesmo tempo, cabe ressaltar que a saúde e a sustentabilidade, às quais essas constatações se referem, são derivadas de uma cadeia produtiva livre de pesticidas ou com um uso mínimo, pois, conforme Shi *et al.* (2024) e Han *et al.* (2020), a simples presença de pesticidas organoclorados na água, por exemplo, pode estar correlacionada a um risco aumentado para o desenvolvimento de doenças, inclusive *diabetes mellitus* tipo 2, além da perda da biodiversidade ocasionada. Outros estudos indicam uma associação positiva entre a exposição materna a pesticidas, o aumento do risco de transtorno do espectro autista (TEA) e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) na prole (Xu *et al.*, 2023; Rossignol; Genuis; Frye; 2014), assim como a associação com o desenvolvimento de Alzheimer (Yan *et al.*, 2016); desenvolvimento anormal hormonal e neurológico do feto humano, sistema imunológico e outras funções fisiológicas (Hess, 2018), sem considerar ainda o declínio de polinizadores em ecossistemas agrícolas (Azpiazu *et al.*, 2019), o que

prejudica muitas culturas.

Assim, faz-se necessário prover políticas públicas de equidade, proteção e reparação da saúde ecossocial dos territórios (Domigues *et al.*, 2025) aliadas a uma conscientização ambiental de preservação dos ecossistemas com agregação de cadeias produtivas agroecológicas para uma alimentação verdadeiramente saudável.

### **5.3 Considerações sobre a indústria de alimentos no Brasil**

A indústria de alimentos brasileira tem sua base na agricultura e na pecuária, constituindo-se um setor de extrema importância para o país, no entanto, a mitigação das mudanças climáticas exige uma nova postura dessa indústria.

No passado, segundo Carvalho (2003) e Assis *et al.* (2004), a sua ascensão foi propiciada pela adoção de uma dieta cada vez mais industrializada motivada pela praticidade, escassez de tempo e ampla propaganda, o que ampliou o consumo em massa a partir do século XX, modificando hábitos e costumes alimentares da maioria da população brasileira, com incentivo ao consumo de alimentos ultra processados. No presente, fatores como mudanças climáticas, devastação da biodiversidade, fome, aumento da obesidade e doenças relacionadas exigem uma revisão radical dessa indústria, desafiando os modelos atuais de produção, distribuição e consumo de alimentos, o que demanda soluções mais complexas (Machado; Gabriel; Vasconcelos, 2024; Grisa; Porto, 2023; Mariath; Martins, 2022).

De acordo com Wang *et al.* (2024), o Brasil desempenha um papel central na pesquisa global sobre alimentos ultra processados, contribuindo com 473 publicações e representando a maior parte da produção científica mundial nessa área, onde a otimização das características sensoriais e a adequação aos padrões de segurança estabelecidos pelos órgãos reguladores têm sido fundamentais para a ampla aceitação desses alimentos industrializados (Morais; Sperandio; Priore, 2020). Para Amorim, Barbosa e Sobral (2022) é importante considerar que os alimentos processados, suas embalagens e aditivos, constituem elementos essenciais para a manutenção da segurança alimentar ao contribuir para a preservação da qualidade e da integridade, reduzindo o risco de contaminações e garantindo o acesso a uma alimentação segura para a população de grandes centros urbanos.

Considerando essas premissas, na prática, indústrias de alimentos brasileiras vêm buscando incorporar práticas mais sustentáveis e saudáveis de produção. Não obstante, o Brasil firmou acordos internacionais para transição e busca por modelos econômicos mais sustentáveis, dentre eles, a economia de impacto que objetiva gerar impacto socioambiental e



resultado financeiro positivo de forma sustentável (Brasil, 2023). Depreende-se com isso um empenho em desenvolver e lançar produtos alimentícios inovadores no mercado, de forma ecologicamente correta (Arenaro; Dias, 2010), menos processados e mais saudáveis.

Assim, a inovação para a indústria alimentícia no Brasil vem sendo denotada através do resgate do uso da biodiversidade de forma sustentável, produtos com propriedades funcionais e biotecnologia (Alho, 2021). Essa inovação é observada por tendências ambientais e de saúde, conforme Euromonitor International (Westbrook; Angus, 2022) e sinalizam um cenário promissor a ser aproveitado por empresas do ramo.

Segundo Suzuki (2009), muitas indústrias têm optado por fortalecer a cadeia produtiva local, estabelecendo parcerias com cooperativas e agricultores familiares. Em paralelo, a biotecnologia tem se mostrado uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de novos produtos, como a carne cultivada, que busca atender às demandas por alternativas mais sustentáveis à produção de carne convencional (A Conversation [...], 2023).

Além disso, processos como a fortificação e a secagem de alimentos, destacados por Morais, Sperandio e Priore (2020), têm sido utilizados para melhorar a qualidade nutricional e a segurança, contribuindo para a redução das perdas (Celestino, 2010). De acordo com Vellozo e Fisberg (2010), os alimentos enriquecidos nutricionalmente ou funcionais podem prevenir ou corrigir eventuais deficiências nutricionais apresentadas pela população consumidora, podendo ser um complemento à dieta de alimentos frescos, quando esta não puder ser ofertada.

Segundo a Agência Euromonitor International (Westbroo; Angus, 2022), o consumidor contemporâneo vem buscando ingredientes mais naturais, alimentação baseada em plantas pelas tendências ambientais e de saúde com preferência para aqueles que substituam carnes e laticínios, sustentabilidade devido às mudanças climáticas, diminuição do desperdício de alimentos, prazer em se alimentar associado à novidade e a uma imagem mais premium. Desse modo, as mudanças advindas das demandas da sociedade atual, mais informada e ciente de seu papel no mundo globalizado, reverberam na indústria alimentícia deste século (Pérez-Martínez *et al.*, 2023; Capra *et al.*, 2024).

Como ressaltam Rosi *et al.* (2017), a pegada ambiental de uma dieta não se limita ao seu componente animal ou vegetal, sendo influenciada por fatores como o grau de processamento dos alimentos. Por isso, a promoção de dietas sustentáveis e saudáveis no Brasil demanda uma abordagem interdisciplinar que contemple aspectos nutricionais, ambientais, sociais e econômicos (Freitas; Porto, 2006). Assim, a indústria alimentícia brasileira deve buscar formas de produção mais diversificadas, que atendam às demandas do

mercado global, valorizem a biodiversidade local e promovam a saúde da população (Chen; Chaudhary; Mathys, 2019; Willett *et al.*, 2019).

Desse modo, demanda-se para essa indústria adentrar no debate sobre o alimento que historicamente foi simplificado à condição de mercadoria no Brasil, pois ser sustentável envolve internalizar que a soberania alimentar é alicerçada no direito dos povos, na produção local e sustentável, no acesso a alimentos saudáveis e nutritivos, na democratização do acesso à terra, na valorização da cultura alimentar, bem como no combate à fome e à desnutrição (Pereira; Fakihi; Maymone, 2024; Domingues *et al.*, 2025).

De acordo com Chen, Chaudhary, Mathys (2019) e a publicação da FAO, *The State of Food Security And Nutrition in The World 2021* (FAO *et al.*, 2021), é necessário disseminar a ideia que a dieta seja local, saudável, ecológica e economicamente acessível. Conforme preceitua o Guia Alimentar Para a População Brasileira (Brasil, 2014), para a promoção da saúde, a alimentação deve ser planejada e realizada em função do consumo de alimentos e não de nutrientes, bem como alicerçada em práticas com significado social e cultural. Portanto, o alimento deve ser abordado como fonte de prazer, identidade cultural e familiar.

Nesse contexto, considera-se que o resgate do papel da fitoalimurgia e das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) é fundamental para a soberania alimentar, pois o processo de colonização, aliado à globalização e industrialização, negligenciou o uso dessas espécies na alimentação, resultando em uma dieta monótona e em uma desconexão com a natureza local. A Organização Mundial da Saúde orienta que se respeitem os aspectos socioculturais, o conhecimento de práticas culinárias e comidas de origem, priorizando alimentos acessíveis, locais, desejáveis, sem excessos e desperdícios (FAO *et al.*, 2021). Simultaneamente, a crescente demanda global por alimentos torna urgente a transformação dos sistemas alimentares, sendo essencial considerar novas fontes de nutrientes com base sustentável (Thompson *et al.*, 2024).

Com isso, é fundamental que a indústria de alimentos de bases sustentáveis promova a reinserção de espécies da biodiversidade na dieta brasileira. Nesse sentido, os caminhos devem convergir para sistemas alimentares inteligentes com mínimos impactos ambientais, bem como em uma transição proteica para bases vegetais, pois diversos estudos apontam a necessidade de mudança da forma como o ser humano tem se relacionado com o alimento (Alexandre; Cebola; Mendes, 2012; Kinupp; Lorenzi, 2014; Marques, 2015; McMacken; Shah, 2017; Hess, 2018; Martinez-Rodriguez, 2018; Medawar *et al.*, 2019; FAO *et al.*, 2021; Clark *et al.*, 2020).

De acordo com Vanin *et al.* (2023) tecnologias inovadoras são extremamente relevantes para produção sustentável de alimentos e devem ser incentivadas. O acesso aos alimentos nos grandes centros urbanos deve transcender o aspecto utilitário e considerar as dimensões sociais e ambientais, incentivando a solidariedade com os produtores e a preservação da natureza (Pereira; Fakihi; Maymone, 2024).

Em suma, essa revisão bibliográfica confirma a urgência de se repensar os sistemas alimentares brasileiros, considerando o cenário de mudanças climáticas, a saúde pública e a sustentabilidade. Pôde-se constatar que os estudos científicos e outros documentos consultados, em geral focam em dados e diagnósticos, mas não exploram de forma interconectada as percepções, comportamento dos consumidores e políticas públicas para compreender a capacidade de adaptação da indústria brasileira e da sociedade a uma lógica agroecológica, mais condizente com a realidade atual. Nesse sentido, estudos que ofereçam uma abordagem holística são essenciais para um melhor entendimento e tomada de decisão visando a promoção de um consumo consciente de alimentos, que promova saúde e sustentabilidade em tempos de mudanças climáticas no Brasil.

## **6 PANORAMA DA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA NO BRASIL E O SETOR DE PANIFICAÇÃO**

A indústria de alimentos no Brasil se constitui um dos grandes pilares da economia. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), a indústria de alimentos e bebidas é considerada a maior do país. Em 2023, essa indústria representou 10,7% do PIB, abasteceu 73% do mercado interno e investiu R\$ 19,1 bilhões em pesquisa e inovação (ABIA, 2024). Não obstante, também exporta seus produtos para 190 países e coloca o Brasil na posição de maior exportador de alimentos industrializados do mundo.

Ao mesmo tempo, como apontam Queiroz e Paier (2024), essa indústria vem passando por mudanças em ritmo acelerado, seguindo tendências mundiais, o que mantém esse setor na vanguarda da inovação e da competitividade. Nesse contexto, considerando o cenário globalizado e competitivo atualmente vivenciado, as indústrias de alimentos brasileiras têm estado intrinsecamente envolvidas com os projetos de desenvolvimento de novos produtos (Manfio; Lacerda, 2016), onde os focos têm sido a sustentabilidade e a inovação em consonância com as tendências do mercado internacional.

A indústria de alimentos tem buscado a segurança dos seus produtos como prioridade, visando satisfazer os consumidores através do desenvolvimento de itens alimentícios inovadores embasados em práticas que preconizam esse resguardo (Manfio; Lacerda, 2016). Assim, cada vez mais, alicerça suas atividades em práticas de segurança alimentar, controle de qualidade, bem como no seguimento da legislação vigente no país. Para isso, utiliza-se de pesquisas científicas junto às universidades (como centros de pesquisa e formadoras de mão-de-obra qualificada), institutos, empresas públicas e autarquias (especialmente em consultorias e apoio tecnológico), indústrias e serviços de apoio a estas, como o Sistema 5S.

Contudo, historicamente nem sempre foi assim. Conforme assevera Diegues (1992), esse cenário derivou das falhas do paradigma positivista de progresso, que trouxe a falsa ideia de um desenvolvimento infinito baseado na expansão material. Quando essas se mostraram, a Comissão Brundtland (Comissão Mundial Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento), criada oficialmente em 1987 pela Organização das Nações Unidas (ONU), esclareceu que o desenvolvimento só poderia ser sustentado quando satisfizesse as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras satisfazerem as suas. Isso ocasionou uma revolução na indústria, que passou a buscar um

enfoque sistêmico, integrado e participativo, como forma de obter balanços positivos entre os prejuízos e benefícios de suas atividades econômicas (Freitas; Porto, 2006), isso não foi diferente para a indústria de alimentos.

Assim, segundo Ribeiro, Jaime e Ventura (2017), o desenvolvimento de produtos alimentícios convergiu para uma reconfiguração paulatina de toda a sua cadeia produtiva, mesmo que ainda se questione se essas atividades conseguirão alimentar bilhões de pessoas em 2050 sem degradar o planeta de modo irreversível.

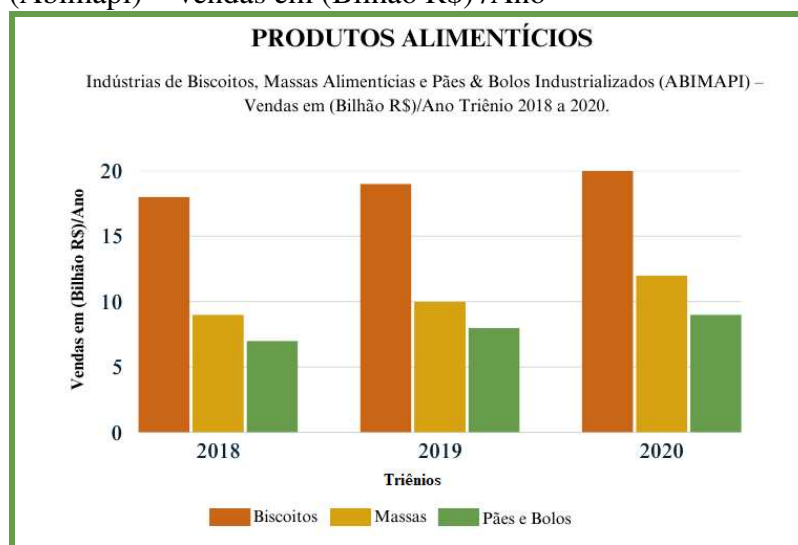
Nesse contexto, diversas estratégias têm sido adotadas como reflexo dessa preocupação e da busca por soluções práticas. Cita-se o aproveitamento de resíduos como uma realidade na indústria alimentícia brasileira. Por exemplo, o bagaço da produção de vinhos e sucos de uva vem sendo proposto para incorporação em outros tipos de produtos alimentícios, melhorando as características físicas, químicas, nutricionais e funcionais (Duarte *et al.*, 2024). Da mesma forma, resíduos e subprodutos vegetais vêm sendo usados como fontes alternativas para otimizar custos e incrementar o valor nutricional de formulações isentas de glúten (Soares *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2019).

Avançando nesse cenário de inovação sustentável, pesquisas nas áreas de inteligência artificial e biotecnologia têm contribuído para o aparecimento de novos produtos nas prateleiras dos supermercados como os alimentos *plant-based* minimizando os impactos ambientais advindos do consumo e produção de proteínas de origem animal (Costa *et al.*, 2024). A utilização sustentável de espécies vegetais para obtenção de proteínas na economia circular também vem sendo considerada essencial para diminuir desperdícios e impactos ambientais na agricultura e na indústria alimentícia (Andrade *et al.*, 2024).

No que concerne aos setores da indústria de alimentos, essa busca por alternativas sustentáveis abre oportunidades para o setor de panificação, bastante desenvolvido no país, em constante crescimento e atento às tendências do mercado consumidor (Rego; Vialta; Madi, 2020). Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi), todos os produtos de panificação fazem parte do cardápio diário da população brasileira, pois são de fácil acesso, o que faz esse mercado estar em ampla ascensão (Abimapi, 2020) na atualidade.

No Gráfico 1, pode-se ver os dados dessa indústria referentes ao triênio 2018/2019/2020.

Gráfico 1 - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi) – Vendas em (Bilhão R\$) /Ano



Fonte: Adaptado de Abimapi (2020), pela autora<sup>15</sup>.

O crescimento do mercado brasileiro de pães, bolos e biscoitos nestes últimos anos vem sendo influenciado por um variado número de indicadores e tendências globais, que continuarão contribuindo de maneira substancial também nos próximos anos (Queiroz; Rego; Jardim, 2014; IndústriaNews, 2025).

Trata-se de um mercado com elevado faturamento, onde os biscoitos se destacam como sendo produtos de maior valor agregado, aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade, conservados de forma simples e com longo prazo de validade (Moraes *et al.*, 2010; IndústriaNews, 2025).

Consoante, observa-se que o consumo *per capita* de biscoitos no Brasil, em 2020, foi de 7,211 (kg/ hab), sendo o montante geral vendido, em milhões de toneladas, de 1,527, superando as massas alimentícias (1,371), pães e bolos industrializados (0,652) (Abimapi, 2020).

## 6.1 Biscoitos: um alimento ancestral e relevante na indústria de alimentos

O biscoito é considerado um alimento de origem ancestral, com registros históricos que se estendem até as civilizações mais antigas. Sua evolução ao longo dos séculos foi impulsionada pelo advento da industrialização e pelo desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitaram a ampliação de seu consumo em âmbito global (Rego; Vialta;

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas.php>.

Madi, 2020).

Os primeiros registros sobre os biscoitos foram encontrados dentro da tumba do faraó Ti, através de pinturas que mostram um trabalhador assando biscoitos (Sebrae, 2008). Na história humana, esse produto surgiu a partir de diferentes formas de cozimento de massas, gerando estruturas mais firmes de produtos de panificação quando os homens entenderam que, do trigo cultivado às margens do rio Nilo, poderiam fazer uma massa, que se tornava mais saborosa depois de aquecida (Caobisco, [20--?]; Rego; Vialta; Madi, 2020).

Nessa época, os biscoitos eram assados em fornos rústicos e moldados com formas humanas ou de animais, sendo também retratado que os egípcios deixavam esses alimentos (incluindo *waffer*) em tumbas para garantirem que não estariam com fome no outro mundo e para serem oferecidos às divindades (Caobisco, [20--?]; Ambiel, 2010).

Por volta de 200 a.C., na Grécia, pães e waffles já eram preparados a partir de diversas farinhas, óleo, leite e mel, sendo cozidos duas vezes (Caobisco, [20--?]). Assim, a palavra biscoito derivou inicialmente de *panis biscoctus*, que significa pão duas vezes cozido em latim e refere-se a torradas de pão que foram feitas para marinheiros (biscoitos de navios) na Idade Média (Manley, 2000). Mais tarde, foram aperfeiçoados pelos franceses, que também assavam a massa duas vezes, o que diz respeito ao nome dado ao alimento, que derivado do francês *bis-cuit* também significa assado duas vezes, mas com foco na qualidade, ou seja, assar duas vezes para ter menos umidade e durar mais tempo (Sebrae, 2008).

Posteriormente, o hábito de produzir biscoitos estendeu-se para outras regiões do Mediterrâneo e do Oriente Médio. Contudo, sensorialmente, Manley (2000); Rego, Vialta e Madi (2020) descrevem que esses biscoitos tinham atributos fracos sendo pouco atraentes, duros, contendo apenas farinha e água, sem fermento e sem sal. Ainda assim, eram a base fundamental da dieta de viajantes, marinheiros e soldados da época.

Conforme é descrito por Sebrae (2008), na Roma antiga, os biscoitos serviam como suprimento de batalhas, sendo assados duplamente pelos padeiros para abastecer as legiões de soldados, assim, essa maior durabilidade ocasionada pela baixa umidade e elevado tempo de conservação, ocasionou sua rápida popularidade, por volta de meados do século XVII, quando, na Europa, começou-se a servi-lo para acompanhar o chocolate ou o chá.

A partir dessa expansão, houve a necessidade de produção em larga escala, buscando-se métodos e modos mais econômicos de preparo para abastecer um crescente mercado, iniciando-se, conseqüentemente, o processo de industrialização desse setor produtivo (Sebrae, 2008). Assim, conforme é colocado pela Associação das Indústrias de Chocolate, Confeitaria e Biscoitos da Europa (Caobisco), foi no século XIX, a partir da

revolução industrial, que a produção em massa de bolos, biscoitos e geleia foi impulsionada dando origem a diversas fábricas, tais como: Lazzaroni, Delacre e de Beukelaer (Caobisco ([20--?])).

De acordo com Antunes, Ramos e Maia (2022) e Brunatti *et al.* (2022) ao longo do tempo, a receita antiga de biscoitos contendo grãos moídos, água e sal ganhou novos ingredientes na Europa, como chocolate, café e chás, resultando em uma vasta gama de produtos com formas, sabores e aromas distintos.

A Inglaterra dominou esse mercado, enquanto os Estados Unidos (EUA) detinham apenas um grande mercado consumidor, importador do “biscoito para chá e café dos ingleses”; posteriormente, no século XX, os EUA se transformaram no maior produtor mundial de biscoitos (Sebrae, 2008). Consequentemente, nesse período e nesse mesmo país, ocorreu a modernização da produção de biscoitos que eram tradicionalmente feitos em padarias (Rego; Vialta; Madi, 2020).

Após a Segunda Guerra Mundial, a indústria de biscoitos se expandiu impulsionada pelo uso de novas tecnologias de ingredientes, processamentos e embalagens fazendo surgir novos tipos de biscoitos industrializados (Caobisco, [20--?])). No entanto, cabe ressaltar que, historicamente, diversas criações de biscoitos foram provenientes da área de confeitaria, permanecendo até os dias atuais. Dentre essas, pode-se citar o *Ladyfinger* (ou biscoito Champagne), Maria, *Cookie* com gotas de chocolate, *Petit Four*, *Palmier*, Biscoito da Sorte, *Waffer*, *Macaron* e outros biscoitos recheados (Rego; Vialta; Madi, 2020).

Do ponto de vista semântico, ressalta-se que os americanos gradativamente substituíram a designação ‘biscuit’ pelo termo ‘cookie’, vocábulo de origem holandesa cujo significado é ‘bolo pequeno’ (Sebrae, 2008). Dessa forma, segundo Sebrae (2008) estabeleceu-se uma diferenciação entre as categorias, sendo ‘cookie’ a variedade adocicada, cujo crescimento era promovido por fermentação química e os ‘saltines’ com sabor salgado, obtidos a partir de fermentação biológica.

Ressalta-se que, corroborando a perspectiva de Ferreira *et al.* (2020), Xavier (2021) afirma que a origem do *cookie* é holandesa, sendo o termo “*koekje*” traduzido etimologicamente como “pequeno bolo”, referindo-se a uma massa assada de farinha de trigo delicada, enriquecida com significativas quantidades de açúcar e gordura. Com a expansão global, essa iguaria foi levada para o território americano, onde foi aprimorada e ganhou a aparência e o sabor contemporâneos, com a inclusão de pedaços de chocolate que alcançaram sucesso no mercado internacional (Brunatti *et al.*, 2022).

De acordo com Xavier (2021); Antunes, Ramos e Maia (2022); Brunatti *et al.*



(2022) e Reis *et al.* (2024) para enriquecer nutricionalmente os biscoitos, pode-se incluir desde vegetais como a beterraba e a batata, até resíduos agroindustriais como cascas de frutas, sementes, talos, bagaço de malte e cascas de aveia, que são ricos em carboidratos, fibras, vitaminas e minerais. Essa inclusão reduz o desperdício e o impacto ambiental.

Na atualidade, pode-se afirmar que os biscoitos fazem parte indissociável dos hábitos alimentares e seu consumo é orientado conforme diferentes tendências relacionadas à indulgência, saudabilidade, naturalidade e sustentabilidade (Rego; Vialta; Madi, 2020).

Esses produtos compõem um mercado consolidado, em constante crescimento, que alimenta milhões de pessoas em todo o mundo. De acordo com Thongram *et al.* (2016), o biscoito é um dos produtos mais procurados dentre os produtos de panificação e consumido internacionalmente por todas as classes sociais (Moraes *et al.*, 2010).

## 6.2 Panorama dos Biscoitos no Brasil

Segundo Feddern *et al.* (2011), os biscoitos estão presentes na maioria dos domicílios brasileiros, são aceitos e consumidos por pessoas de qualquer idade, possuem uma longa vida de prateleira, uma enorme diversidade e possuem custo reduzido, sendo bastante acessíveis à população. Conforme Sebrae (2008), a região Nordeste do Brasil é o maior polo consumidor de biscoitos, onde o alto consumo *per capita* e a maior penetração de mercado na região, especialmente no segmento de biscoitos salgados, são explicados pelo fato de esses produtos fazerem parte do café da manhã local.

Dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi), referentes ao ano de 2023, mostraram que o valor de mercado para biscoitos alcançou 32,4 bilhões de reais com um volume de 1,5 toneladas contra 13,8 bilhões de reais e volume produzido de 1,2 toneladas para massas, bem como, 14,3 bilhões de reais e volume produzido de 0,744 para pães e bolos, evidenciando que os biscoitos possuem maior valor agregado e, portanto, são mais lucrativos para a indústria (Abimapi, 2025). Os tipos Recheado Doce, Água e Sal/Cream Cracker, Secos/Doces Especiais, Maria/Maisena, Rosquinha, Waffer, Salgado e *Cookie* representaram quase 99% das vendas em toneladas, em 2019 (Rego; Vialta; Madi, 2020).

De acordo com Brunatti *et al.* (2023), a indústria de biscoitos no Brasil é uma das maiores do mundo e, na atualidade, vem se adaptando à demanda por produtos mais saudáveis ao buscar incorporar ingredientes que aumentem seus valores nutricionais. Consoante, o estudo ‘Brasil Bakery & Confectionery Trends’ identificou cinco macro-tendências de

consumo determinantes da oferta dos tipos de produtos industrializados das áreas de panificação: Premiumização e Experiência; Controle e Adequação; Nutrição e Funcionalidade; Naturalidade e Autenticidade; Sustentabilidade e Transparência (Queiroz; Rego; Jardim, 2014 e Rego; Vialta; Madi, 2020).

Nesse sentido, verifica-se também que a ascensão social e o grau de informação da população brasileira vêm incentivando um consumo de biscoitos com maior valor agregado. Consequentemente, verifica-se que os biscoitos tidos como saudáveis estão apresentando taxas de crescimento bastante expressivas, evidenciando uma oportunidade de expansão da produção (M. Dias Branco, [202-?]).

Entre os brasileiros tem crescido a demanda por biscoitos tipo *cookie*<sup>16</sup>. Segundo Silva, S. *et al.*, (2023); Moraes (2010); James, Courtney e Lorenz (1989); Gisslen (2011); Silva, Chang (1998) os biscoitos tipo *cookie* vem sendo formulados com a intenção de implementar inovações que vão desde a sua fortificação com fibra ou proteína (apelo nutricional) ao acréscimo de plantas, confeitos e chocolates especiais.

Segundo Rego, Vialta e Madi (2020), também há uma macrotendência que valoriza produtos com ingredientes nobres, mais saborosos, com sabores inusitados, frescos e produzidos de forma mais artesanal, de forma complementar, aos atributos de saudabilidade, naturalidade e sustentabilidade que possibilitam um futuro ainda mais promissor para o setor alimentício brasileiro.

### 6.3 Aspectos regulamentares e tecnológicos dos biscoitos no Brasil

A produção de biscoitos artesanais e industriais no Brasil, segue os padrões de qualidade e segurança estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). No que consiste à regulamentação atualmente vigente, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 263/2005 define biscoitos ou bolachas como sendo produtos obtidos pela mistura de farinhas, amidos e/ou féculas com outros ingredientes, submetidos a processos de amassamento e cocção, fermentados ou não, e que podem apresentar cobertura recheio, formato e texturas diversos (Anvisa, 2005).

A RDC n° 711/2022, como revisão da RDC n° 493/2021, dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães, sendo importante salientar que nessas

---

<sup>16</sup> Nos EUA, os biscoitos são denominados “cookies” (Moraes *et al.*, 2010).

resoluções consta apenas a denominação “biscoito ou bolachas” (Anvisa, 2022a). Nesse quesito, a RDC nº 712/2022, também trata dos requisitos de composição e rotulagem para classificação como integral e para destaque da presença de ingredientes integrais (Anvisa, 2022b).

Já a RDC nº 778/2023, dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos, garantindo que sejam seguros para o consumo e não comprometam o valor nutricional do produto (Brasil, 2023a).

No aspecto inovação, pode-se considerar a Resolução RDC nº 839/2023, que trata da comprovação de segurança e autorização de uso de novos alimentos e novos ingredientes. Sua relevância consiste em formulações de biscoitos com ingredientes com nova estrutura molecular ou submetidos a processos de produção modificados (Brasil, 2023).

### **6.3.1 Ingredientes**

Os principais ingredientes dos biscoitos industrializados ou artesanais são matérias-primas alimentícias comuns como farinhas, fermento, água, sal, açúcares, óleos e gorduras, cereais, ovos, leite, etc. (Anvisa, 2005; Rego; Vialta; Madi, 2020; Ferreira *et al.*, 2020; Brunatti *et al.*, 2022). Pode-se dividir esses ingredientes a partir de duas funções principais: amaciadores (como açúcar, gordura, emulsificante e fermento biológico) e estruturadores (como farinha, sal, leite, água e ovos) (Sebrae, 2008).

A farinha de trigo é o ingrediente mais importante no preparo de biscoitos, dando corpo e estrutura, devendo possuir baixo teor de glúten ou glúten de baixa qualidade com teor de proteínas de cerca de 9% (Gisslen, 2011). De acordo com Rego, Vialta e Madi (2020) ela forma a base da estrutura e volume da massa, podendo ser substituída por outras farinhas como no caso da elaboração de biscoitos sem glúten.

Segundo Gisslen (2011) no preparo desses produtos são adicionados à farinha de trigo outros ingredientes a fim de dar sabor e aroma característicos, havendo uma evolução nas composições nos últimos anos, com a adição de ingredientes saudáveis como fibras e vitaminas, objetivando atender a uma crescente demanda por alimentos mais naturais e funcionais.

Por conseguinte, de acordo com Thongram *et al.* (2016), o biscoito pode ser fortificado com diversos nutrientes e possui uma boa base para a incorporação de proteínas necessárias à população. Para Krajewska e Dziki (2023), biscoitos adicionados de derivados

vegetais emergem como uma opção alimentar moderna, oferecendo uma matriz nutricional mais completa e contribuindo para a prevenção de doenças relacionadas à dieta.

De acordo com Rego, Vialta e Madi (2020), a água é utilizada no preparo de biscoitos para melhorar a textura, aparência e estrutura da massa, pois forma a massa por meio da hidratação da farinha e gelatinização do amido (durante o cozimento); possibilita a fermentação (no caso dos biscoitos fermentados); o desenvolvimento do glúten; nos biscoitos laminados, controla a temperatura da massa e libera vapor no cozimento, o que contribui para a textura característica do produto.

O açúcar influencia o sabor, dimensão, cor, dureza e acabamento da superfície dos biscoitos, além de poder inibir o desenvolvimento do glúten durante a mistura da massa ao competir com a farinha pela água (Gallagher *et al.*, 2003). A sacarose, também conhecida como açúcar cristal ou açúcar comum, é o tipo mais empregado em biscoitos (Rego; Vialta; Madi, 2020). Sua função é contribuir para o sabor doce, fornecer substrato para o desenvolvimento de leveduras e a fermentação da massa (em biscoitos que passam por fermentação biológica), reter a umidade e participar da caramelização (Reação de Maillard) (Rego; Vialta; Madi, 2020).

Os óleos e gorduras vegetais/animais, como a manteiga, a margarina entre outros, contribuem para a lubrificação, maquinabilidade e maciez da massa, para o sabor, cor e textura do biscoito (Rego; Vialta; Madi, 2020).

O sal é utilizado para realçar o sabor dos outros ingredientes e contribuir para o sabor, sendo sua concentração ideal em torno de 1% a 1,5% em relação ao peso da farinha (Manley, 2001).

### **6.3.2 Processo de preparo**

Os biscoitos podem ser preparados através de várias etapas, dependendo do tipo. Podem seguir diretamente para o assamento ou podem fermentar por longos períodos, a depender do tipo de receita.

A etapa de mistura serve para homogeneizar os ingredientes, resultando em uma massa uniforme. Além de dispersar sólidos em líquidos ou vice-versa, e formar soluções, a etapa de mistura também desenvolve o glúten da farinha e promove a oxidação das proteínas, o que torna a massa menos densa (Manley, 2001; Gisslen, 2011).

O assamento tem a função de remover a água e conferir cor ao produto, graças à caramelização dos açúcares/reação de Maillard. Conforme Gisslen (2011) e Manley (2001),

isso ajuda a melhorar o sabor pela série de reações químicas e físicas que ocorrem como hidratação e gelatinização parcial do amido da farinha, combinação química de certos materiais proteicos e carboidratos, resultando em sabor mais agradável.

Os biscoitos podem se apresentar sob variadas formas, texturas e sabores, desde os simples enrolados, fatiados ou feitos com saco de confeitar, todos de massa similar, aos amanteigados, os crocantes biscoitinhos de conhaque ou os clássicos biscoito *champagne* e *tuiles* franceses (Wright; Treuille, 2007).

É importante conhecer os vários tipos de biscoitos pelas diferenças nos processos produtivos, pois cada receita segue um processo tecnológico específico, devido à variação dos ingredientes utilizados. Almeja-se uma formulação bem balanceada, com assamentos em condições ideais, com o mínimo de variação de umidade nas diferentes partes do biscoito e resfriamento em atmosfera quente e úmida, evitando-se a quebra nessa etapa (Gisslen, 2011).

Por fim, sensorialmente, fatores como sabor e textura são bastante valorizados na hora da compra (Rego; Vialta; Madi, 2020) e um maior tempo de prateleira é proporcionado pelo baixo teor de umidade o que torna o biscoito um alimento muito versátil para a vida atribulada nos grandes centros urbanos (Manley, 2000).

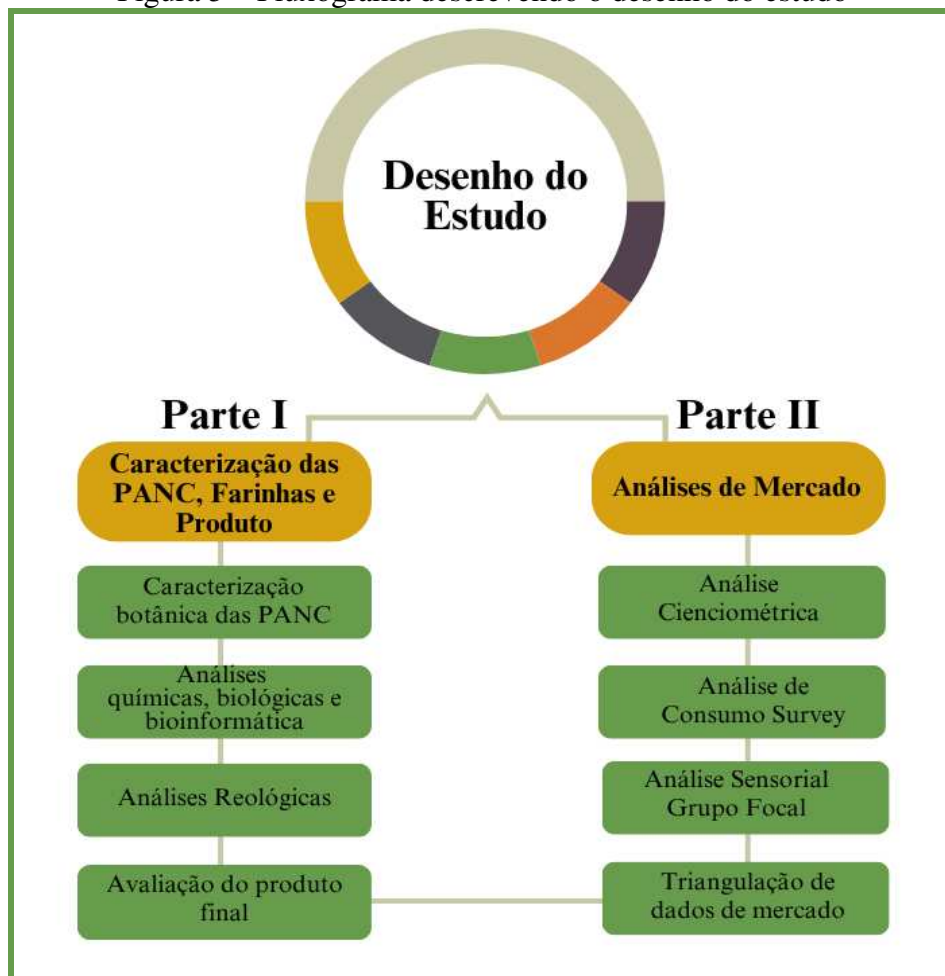
## 7 MATERIAIS E MÉTODOS

### 7.1 Tipo do estudo

Quanto à metodologia, este estudo caracteriza-se como prospectivo, de natureza exploratória-descritiva e experimental, com abordagem mista (qualitativa e quantitativa) (Marconi; Lakatos, 2019). Considerando o foco multidimensional, o estudo assumiu a premissa de complementaridade onde as limitações foram minimizadas por uma combinação de técnicas que melhor respondessem aos objetivos da pesquisa (Vasconcellos; Guedes, 2007; Santos *et al.*, 2020).

Quanto ao desenho do estudo, optou-se por dividi-lo em duas partes (Parte I e Parte II) para melhor detalhamento e organização, conforme fluxograma da Figura 5.

Figura 5 – Fluxograma descrevendo o desenho do estudo



Fonte: A autora.

### **7.1.1 Aspectos éticos e legais**

Para fins de atividade de acesso ao Patrimônio Genético e conhecimentos tradicionais associados (CTA) da biodiversidade brasileira, cadastrou-se os acessos no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos sob o nº A1CB4B7 (Anexo A).

Considerando os aspectos éticos e legais dessa pesquisa, para fins de estudos com seres humanos, obedeceu-se a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), via Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará (UFC), obtendo-se o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 63574922.2.0000.5054 e Parecer de Aprovação nº 5.911.910 (Anexo B).

## **7.2 Local do estudo**

A escolha do município de Fortaleza para as análises de mercado (*survey*) e avaliação por grupo focal justificou-se por ser a capital mais populosa do Nordeste do Brasil, com 2.428.678 habitantes, segundo o Censo 2022, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A análise cienciométrica considerou dados referentes a todos os países do mundo por focar nas pesquisas da área.

As atividades de pesquisa foram desenvolvidas na Universidade Federal do Ceará (UFC), nos seguintes locais: Laboratório de Cereais, Raízes e Tubérculos (LABCERT) e Laboratório de Pesquisa e Inovação em Produtos vegetais e Embalagens (LABINOVA) do Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos; Horto de Plantas Medicinais Prof. Francisco José de Abreu Matos (HPMAM) e Laboratório de Produtos Naturais (LPN); Laboratórios de Farmacotécnica e Microbiologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem (FFOE); Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia; Central Analítica, do Departamento de Física. Na Universidade de Fortaleza (Unifor) no Laboratório de Química do curso de farmácia. Na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Ceará. No Núcleo de Tecnologia e Qualidade Industrial do Ceará (NUTEC).

## 7.3 Materiais do estudo

### 7.3.1 Material botânico

Consistiu em folhas da PANC Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) (OPN) e tubérculos da PANC junça (*Cyperus esculentus* L.) (JUN).

#### 7.3.1.1 Folhas da PANC Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) (OPN)

O material vegetativo de *P. aculeata* foi coletado no Ecosítio Juazeiro, município de Eusébio, Ceará, distrito da Mangabeira, sob regime de sistema agroflorestal (SAF)<sup>17</sup> (coordenadas: -3.858722 latitude e -38.417111 longitude, sistema de referência WGS84), conforme dados obtidos na SpeciesLink network ([2025]).

A região apresenta clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger<sup>18</sup>, caracterizado como tropical de savana com inverno seco, com temperaturas médias elevadas ao longo do ano e precipitação concentrada nos meses de verão, conforme é mostrado na Figura 6.

---

<sup>17</sup> Os sistemas agroflorestais sucessionais (SAFs) são modelos de produção que combinam árvores, culturas agrícolas e animais, imitando a estrutura e os processos ecológicos de florestas naturais. Essa biodiversidade proporciona diversos benefícios ambientais (Oliveira *et al.*, 2025).

<sup>18</sup> A classificação climática de Köppen-Geiger, criada por Vladimir Köppen e atualizada por Rudolf Geiger, baseia-se na vegetação e em dados de temperatura e precipitação para categorizar os climas da Terra em cinco grupos principais (A, B, C, D, E), distinguindo regiões úmidas e áridas (Marinho *et al.*, 2022).



Figura 6 – Região de coleta da espécie *Pereskia aculeata* Mill., município de Eusébio, Ceará



Fonte: Adaptado pela autora de Google Earth (2021).

Coordenadas geográficas: [lat – 3.858722 long -38.417111 WGS84].

Dados: Área do mapa evidenciando a região metropolitana de Fortaleza-CE, município de Eusébio-CE, Ecosítio Juazeiro (círculo em laranja), onde foi realizada a coleta da espécie em estudo.

A planta teve exsicata registrada no Herbário Prisco Bezerra EAC-UFC, Centro de Ciências – Departamento de Biologia, Bloco 906, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará (UFC) sob o número: EAC 64841, conforme Figura 7, portanto, foi reconhecida botanicamente. Esse registro garante a autenticidade da PANC em estudo.

Figura 7 – Registro da espécie *Pereskia aculeata* Mill. no Herbário Prisco Bezerra EAC-UFC



Fonte: SpeciesLink network ([2025]).

Dados: Espécie cultivada sob regime agroflorestal, Ecosítio Juazeiro, município de Eusébio, Ceará.

As folhas foram coletadas pela manhã (Oliveira *et al.*, 2021) e logo após a colheita, foram transportadas para o Laboratório de Produtos Naturais (LPN) do Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José Abreu de Matos (HPMAM), da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza - CE.

### 7.3.1.2 Tubérculos da PANC junça (*Cyperus esculentus* L.) (JUN)

O material botânico, tubérculos da planta Junça (*Cyperus esculentus* L.), foi colhido pela manhã, no canteiro experimental sob cultivo agroecológico<sup>19</sup>, do Banco de Germoplasma do Horto de Plantas Medicinais Professor F. J. A. Matos, da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFC, localizado na região do Pici, em Fortaleza-CE (coordenadas: -3.71722006797791 latitude e -8.543098449707 longitude, com erro de  $\pm 19924$  metros, sistema de referência WGS84) (Figura 8).

A região também possui clima do tipo Aw ou tropical de savana com inverno seco, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com temperaturas médias elevadas ao longo do ano e precipitação concentrada nos meses de verão, assim como a região de coleta da ora-pro-nóbis.

Figura 8 – Região de coleta da espécie *Cyperus esculentus* L., Campus do Pici - UFC, município de Fortaleza, Ceará



Fonte: Adaptado pela autora de Google Earth (2021).

Coordenadas: [lat: -3.71722006797791 long: -8.543098449707 err:  $\pm 19924$  WGS84].

Dados: Área do mapa evidenciando a região de Fortaleza-CE, Horto de Plantas Medicinais Prof. F. J. A. Matos – UFC (círculo em laranja), onde foi realizada a coleta da espécie em estudo.

<sup>19</sup> O cultivo agroecológico se baseia em não utilização de agrotóxicos, na conscientização da preservação do meio ambiente e na valorização dos saberes ancestrais (Altieri, 2012).

A exsicata de *C. esculentus* do Banco de Germoplasma do Horto de Plantas Medicinais Prof. F. J. A. Matos da UFC é registrada no Herbário Prisco Bezerra EAC - UFC, Centro de Ciências – Departamento de Biologia, Bloco 906, Campus do Pici, Universidade Federal do Ceará (UFC) sob o número EAC 27658, conforme pode ser visto na Figura 9, sendo, portanto, reconhecida botanicamente. Esse registro garante a autenticidade da PANC em estudo.

Figura 9 - Registro da espécie *Cyperus esculentus* L. no Herbário Prisco Bezerra EAC-UFC



Fonte: SpeciesLink Network ([2025]).

Dados: Espécie cultivada sob agroecológico, Banco de Germoplasma do Horto de Plantas Medicinais Prof. F. J. A. Matos UFC, município de Fortaleza, Ceará.

Logo após a colheita, o material botânico foi transportado para o Laboratório de Produtos Naturais (LPN), onde passou por lavagem exaustiva em água corrente, até remover todo o substrato proveniente do solo.

### 7.3.2. Outras matérias-primas

A farinha de trigo tipo 1 foi procedente de doação do Moinho M. Dias Branco, localizado em Eusébio-CE. Demais ingredientes: fermento químico F. Royal®, açúcar demerara União®, sal refinado iodado Alteza® e creme vegetal Tayna® foram obtidos no comércio local da cidade de Fortaleza-CE.

### 7.3.3 Reagentes, aparelhos e equipamentos

Os reagentes, aparelhos e equipamentos necessários para a realização dos experimentos foram listados na descrição de cada método.



## 7.4 Métodos

### 7.4.1 Processamento das PANC, Preparo das Farinhas Mistas e Preparo dos Biscoitos

#### 7.4.1.1 Processamento das folhas de *P. aculeata*

A sequência das imagens da Figura 10A-B mostra as folhas de ora-pro-nóbis frescas e após secagem. O processamento primário das folhas seguiu a metodologia utilizada por Barbalho *et al.* (2016), sendo as folhas retiradas dos ramos, selecionadas de acordo com os critérios de aparência, conforme ausência de danos (Figura 7 A), lavadas em água destilada e imersas em solução de hipoclorito de sódio (100ppm), sendo posteriormente desidratadas em estufa com recirculação de ar à temperatura de 45°C por 72 h. De acordo com o Formulário de Fitoterápicos da Farmacopeia Brasileira (FFFB), quando não houver recomendação de secagem específica na monografia do FFFB, a planta fresca deve ser seca a temperatura de 45 °C em estufa de ar circulante por três dias (Anvisa, 2021 e Brasil, 2019).

Figura 10 – Folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) pré e pós processamento.



Fonte: Arquivo da autora (2025).

Dados: (A) Folhas frescas; (B) Folhas após secagem.

Após a desidratação, foi realizada a trituração das folhas (Figura 10 C) por turbólise em um liquidificador industrial de alta rotação (18.000 rpm). Essa etapa foi realizada para a quebra inicial do material, resultando em uma textura mais uniforme. Em seguida, o material pré-processado foi transferido para a etapa de moagem, utilizando-se moedor de café e grãos elétrico. Essa etapa foi conduzida de forma controlada, garantindo-se a obtenção de uma granulometria adequada (tamiz de 60 mesh e partículas de diâmetros aproximados de 250 µm) (Leão, 2022). Em seguida, o material foi acondicionado em embalagens herméticas de polipropileno laminado, estocando-se a -18°C até o momento das análises, para garantir

proteção contra contaminações, efeitos da luz e umidade (Anvisa, 2021). O processo está descrito no fluxograma da Figura 11.

Figura 11 - Fluxograma das etapas do processamento primário realizado com a espécie *P. aculeata* (ora-pro-nóbis)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

#### 7.4.1.2 Processamento dos tubérculos de *C. esculentus*

Após colheita, os tubérculos foram separados manualmente das folhas com tesoura e selecionados de acordo com os critérios de aparência conforme ausência de injúrias. Na sequência, foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm) por 15 min e, depois enxaguados em água corrente. Na Figura 12 (A-D) estão apresentadas as imagens do processamento dos tubérculos de junça. Na secagem, os tubérculos (Figura 12 A) foram dispostos lado a lado, em bandeja inox, inseridos em estufa de recirculação de ar, à temperatura de 45°C até completa secagem, que se deu em 72h (Anvisa, 2021 e Brasil, 2019).

Figura 12 – Tubérculos de junça (*Cyperus esculentus* L.)



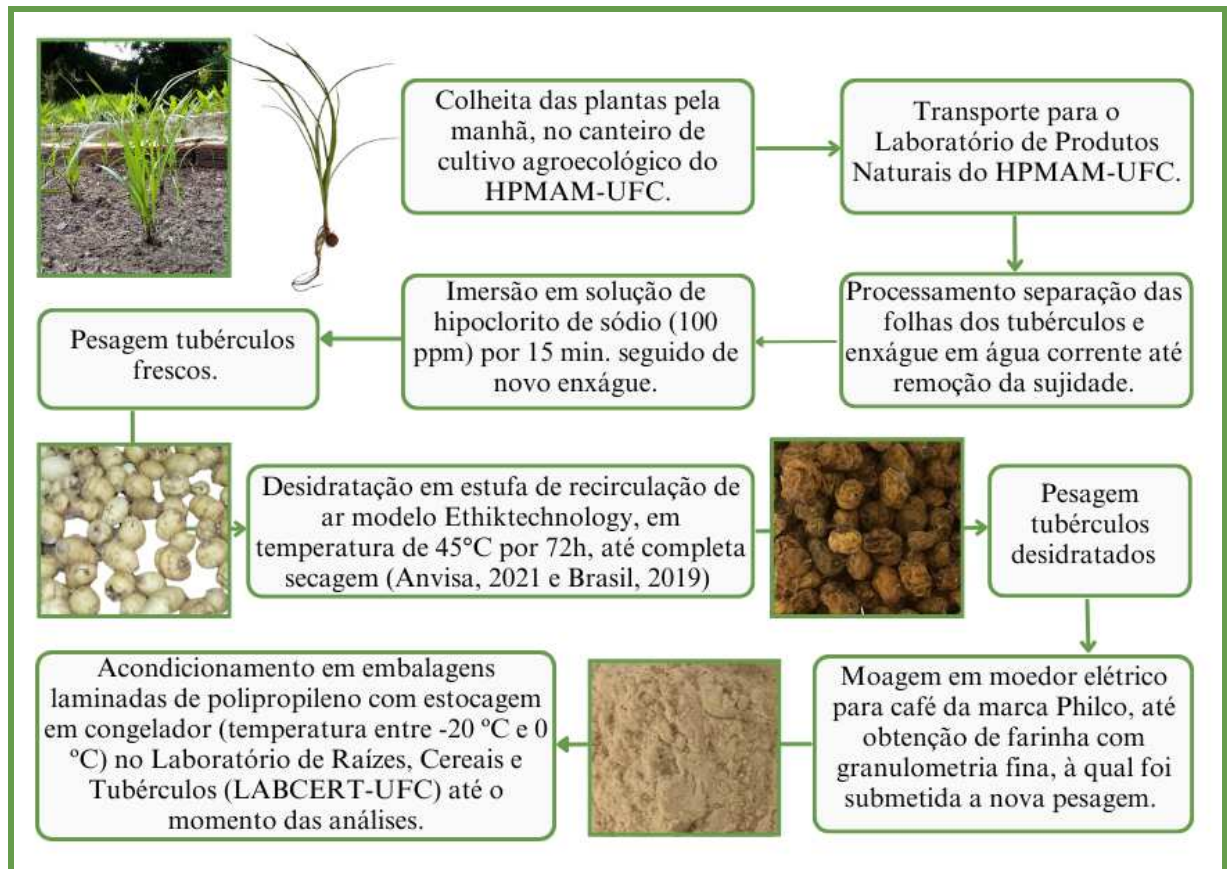
Fonte: A autora.

Dados: (A) Tubérculos de junça frescos. (B) Tubérculos de junça após 48h de secagem em estufa a 45°C. (C) Tubérculos de junça após completa secagem; (D) Tubérculos processados em moinho (farinha).

Após esse período, os tubérculos desidratados foram submetidos a turbólise em um liquidificador industrial de alta rotação (18.000 rpm). Essa etapa foi realizada para a quebra inicial do material, resultando em uma textura mais uniforme. Em seguida, os tubérculos pré-processados foram então moídos, utilizando-se um moinho elétrico para café e grãos. A etapa de moagem foi conduzida de forma controlada, garantindo a obtenção de uma farinha com granulometria adequada (tamiz de 60 mesh e partículas de diâmetros aproximados de 250  $\mu\text{m}$ ) (Figura 12 D) (Leão, 2022).

O material pulverizado (farinha) seguiu os padrões previstos na legislação em relação à umidade e acondicionamento, obedecendo ao máximo de 15% (Anvisa, 2021). Em seguida, acondicionou-se a farinha em embalagens herméticas de polipropileno laminado, estocando-se a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento das análises, para garantir proteção contra contaminações, efeitos da luz e umidade. O processo está descrito no fluxograma da Figura 13.

Figura 13 – Fluxograma das etapas do processamento primário realizado com a espécie *C. esculentus*



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

#### 7.4.1.3 Preparo das farinhas mistas vegetais

As farinhas mistas foram obtidas realizando-se uma mistura de farinha de folhas de *P. aculeata* (OPN) e farinha de tubérculos de *C. esculentus* (JUN) com farinha de trigo tipo 1 (FT100%) conforme observado na Tabela 1.



Tabela 1 – Formulações em porcentagem (%) das misturas de farinha de folhas desidratadas de *Pereskia aculeata* Mill. (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *Cyperus esculentus* L. (JUN) e farinha de trigo (FT) em diferentes proporções/concentrações definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC)

<b>Ingredientes</b>	<b>Padrão</b>	<b>OPNJUN</b>	<b>opnJUN</b>	<b>OPNjun</b>
<b><sup>a</sup>Farinha de trigo tipo 1 (FT)</b>	100,00	80,00	80,00	80,00
<b><sup>a</sup>Farinha de folhas de Ora-Pro-Nóbis (OPN)</b>	0,00	10,00	5,00	15,00
<b><sup>a</sup>Farinha de tubérculos de Junça (JUN)</b>	0,00	10,00	15,00	5,00
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00

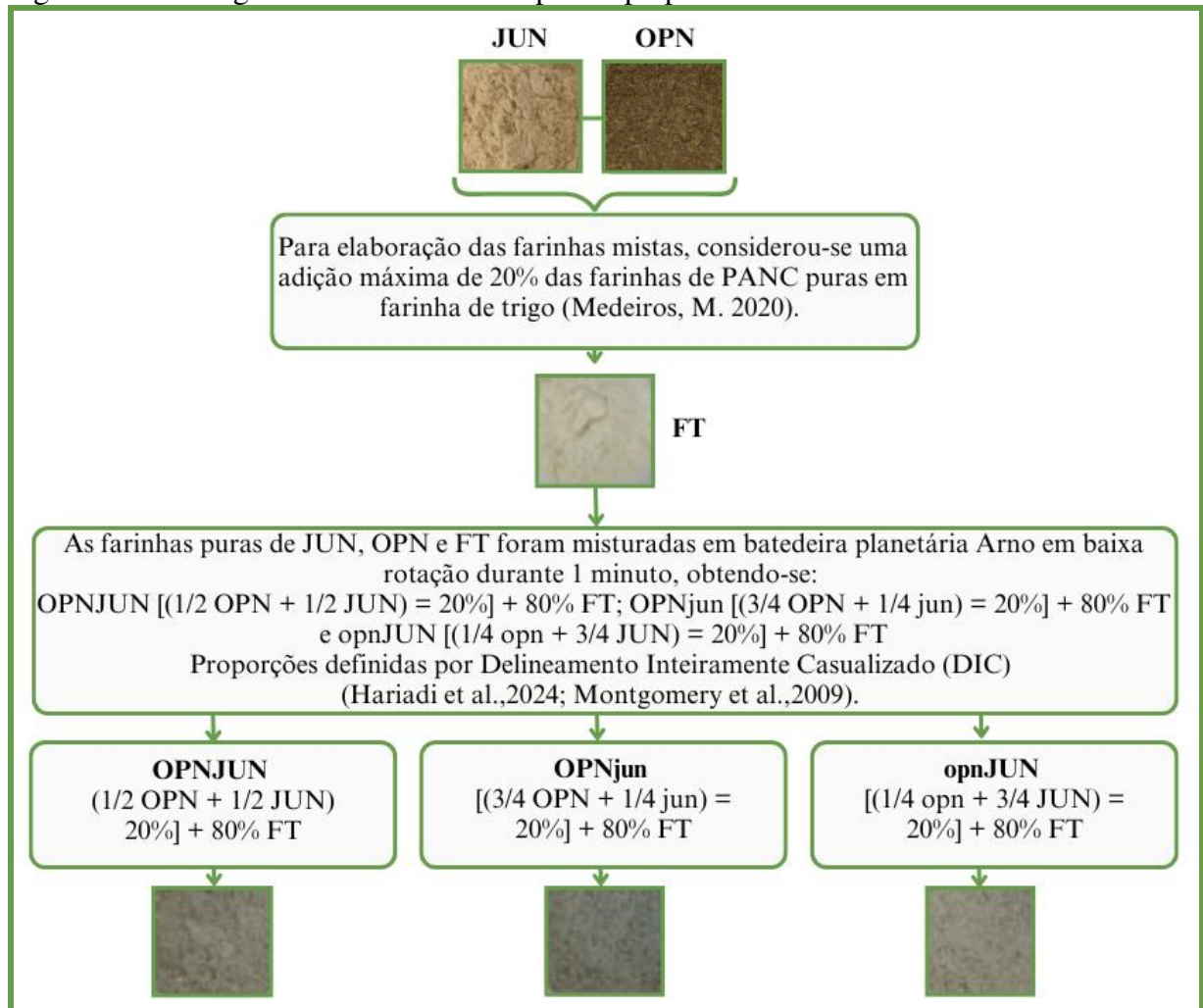
Fonte: Adaptado de Medeiros (2020).

<sup>a</sup>Quantidades referentes à farinha de trigo, folhas e tubérculos processados de ora-pro-nóbis e junça.

Para efeitos de limites de adição, considerou-se um máximo de 20% das adições das farinhas das PANC em farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros (2020). As concentrações dessas farinhas nos 20% de adição foram definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) conforme proposto por Hariadi *et al.* (2024) e Montgomery (2009). Para controle foi utilizada farinha de trigo 100% (FT). Todo esse processo é descrito sucintamente no fluxograma da Figura 14.



Figura 14 – Fluxograma detalhando as etapas do preparo das farinhas mistas



Fonte: A autora.

Após o preparo, as farinhas foram acondicionadas em saco de polipropileno e estocadas em câmara fria a  $-20^{\circ}\text{C}$ , conforme Lima (1998). O projeto seguiu as metodologias propostas por Nogueira (2019), Silva (2001) e Medeiros (2020).

#### 7.4.1.4 Desenvolvimento de produto alimentício com farinhas mistas de PANC

Optou-se por desenvolver um produto alimentício tipo biscoito doce (*cookie*) considerando a sua praticidade, os estudos científicos envolvendo PANC (Silva, 2001) e os resultados dos experimentos. As formulações foram obtidas por modificações a partir da formulação padrão de *sugar-snap-cookie*, método 10-50D da AACC (1995) com o acréscimo de ingredientes funcionais e agentes corretores de sabor, conforme Tabela 2.

Biscoitos tipo *cookies* foram preparados com as farinhas mistas de *P. aculeata*, *C. esculentus* e farinha de trigo em diferentes proporções/concentrações (a) OPN 10% + JUN

10% + Farinha de trigo 80%; (b) OPN 15% + jun 5% + Farinha de trigo 80%; (c) opn 5% + JUN 15% + Farinha de trigo 80%; Biscoitos tipo *cookies* padrão farinha de trigo 100%.

Tabela 2 - Formulações de biscoitos tipo cookie com farinhas mistas de *Pereskia aculeata* Mill. e *Cyperus esculentus* L. em diferentes proporções

Ingredientes (% p/p)	Formulações dos biscoitos			
	Padrão	OPNJUN	opnJUN	OPNjun
Farinha de trigo	100,00	0,00	0,00	0,00
Farinha mista OPNJUN	0,00	100,00	0,00	0,00
Farinha mista opnJUN	0,00	0,00	100,00	0,00
Farinha mista OPNjun	0,00	0,00	0,00	100,00
Total farinhas	100,00	100,00	100,00	100,00
Açúcar demerara	44,44	44,44	44,44	44,44
Sal	0,93	0,93	0,93	0,93
Gordura vegetal	30,00	30,00	30,00	30,00
Fermento químico	2,22	2,22	2,22	2,22
Água destilada (%p/v)	13,77	13,77	13,77	13,77

Fonte: Adaptado de AACC (2000) e Silva *et al.* (2001) pela autora.

Dados: As formulações de biscoitos tipo cookie padrão foram preparadas com diferentes proporções de farinhas de Ora-pro-nobis (OPN) e Junça (JUN), mantendo a farinha de trigo em 80% e variando as proporções de OPN e JUN da seguinte forma: (a) OPNJUN: 10% OPN e 10% JUN; (b) OPNjun: 15% OPN e 5% JUN; (c) opnJUN: 5% OPN e 15% JUN, com um controle padrão de biscoito contendo 100% de farinha de trigo. Todas as farinhas apresentavam um teor máximo de umidade de 14%, conforme o método 10-50D da Tabela AACC (1995), e a quantidade otimizada de água destilada (bq.o.) foi de 15,5 ml, ajustada conforme o mesmo método, com base nas diretrizes da AACC (2000) e Silva *et al.* (2001).

As massas foram preparadas em triplicata, utilizando-se batedeira Planetária Arno®, onde os ingredientes secos, previamente pesados, foram misturados, acrescentando-se em seguida a gordura vegetal e a água destilada em quantidade até ponto de moldagem. Dividiu-se a massa em porções de 30g e com o auxílio de um cortador circular de 5 cm, os biscoitos foram moldados e pesados. O tempo de assamento foi de 15 minutos, a 180 °C em forno elétrico Fisher® previamente aquecido. Após assados, os biscoitos seguiram a metodologia adaptada de Silva *et al.* (2001) sendo resfriados à temperatura ambiente por 30 minutos e depois acondicionados em pequenos sacos de polipropileno com 0,006mm de espessura.

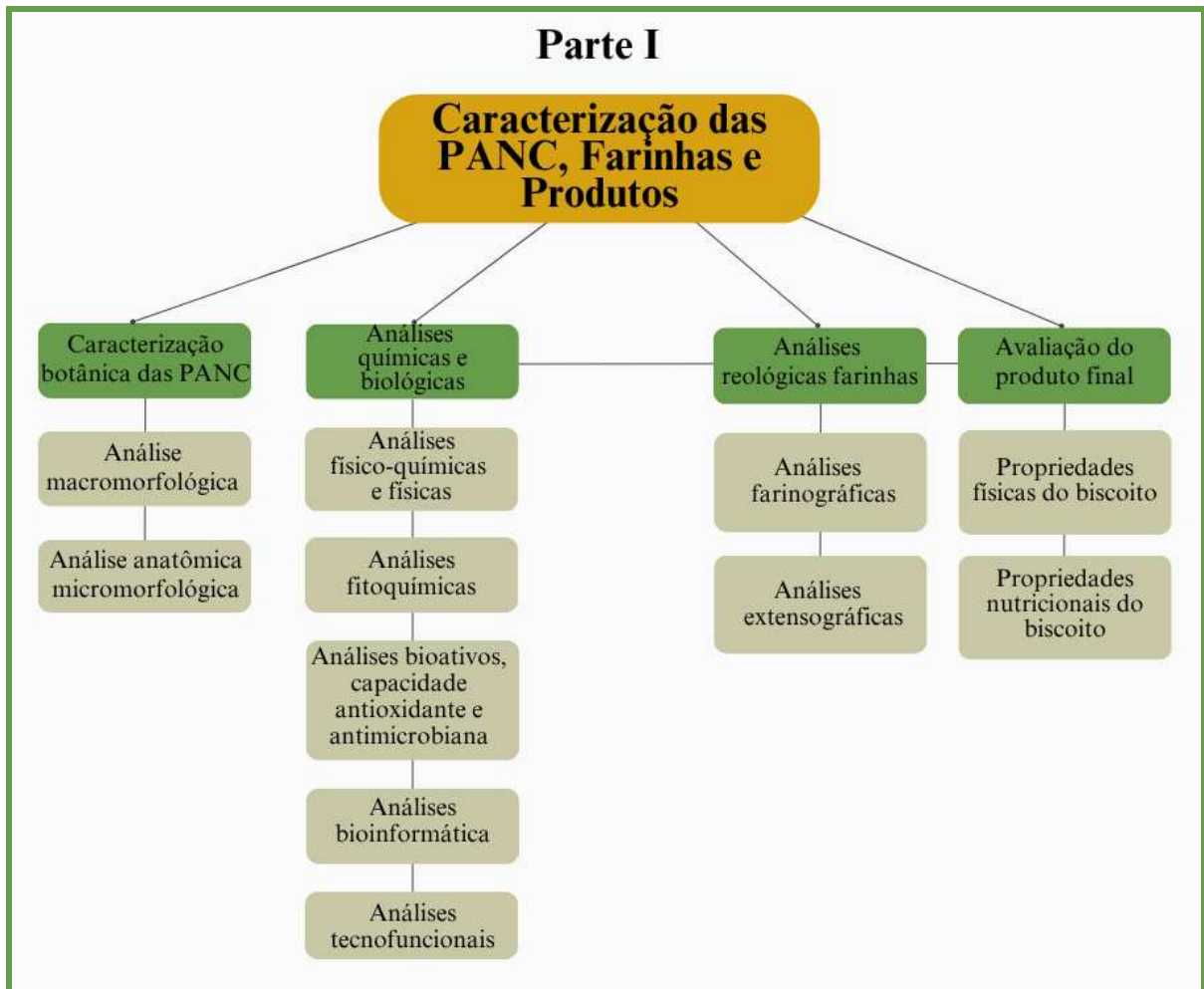
Depois, selou-se e acondicionou-se em sacos maiores de polietileno com 0,015mm de espessura. Conservou-se em caixa de isopor lacrada, até o momento das análises.

## Parte I

### 7.4.2 Caracterização das PANC, farinhas e produto

Para fins de melhor entendimento, a partir de um recorte da Figura 14 (Desenho do Estudo), elaborou-se um fluxograma ilustrativo, o qual pode ser visualizado na Figura 15.

Figura 15 – Fluxograma evidenciando o recorte e detalhamento da Parte I do Desenho do Estudo, referente à Caracterização dos Ingredientes e da Massa



Fonte: A autora.

Os métodos utilizados para cada análise da Parte I são descritos detalhadamente a seguir.

#### 7.4.2.1 Caracterização botânica das PANC

A caracterização botânica consistiu na análise macromorfológica e na análise anatômica micromorfológica das partes vegetais em estudo: folhas frescas de *P. aculeata* e dos tubérculos frescos de *C. esculentus*.

##### 7.4.2.1.1 Análise macromorfológica

Essa análise foi realizada nas folhas frescas *P. aculeata* e tubérculos frescos de *C. esculentus* por meio de vista desarmada e com o suporte de uma câmera digital integrada de um Xiaomi 12, além disso, realizou-se avaliação das características organolépticas com o auxílio de literatura científica especializada (Heinrich *et al.*, 2018; Oliveira; Akisue, 2009).

##### 7.4.2.1.2 Análise anatômica micromorfológica

#### **Análise anatômica micromorfológica de tubérculos de *Cyperus esculentus***

Para o estudo morfoanatômico dos tubérculos de *C. esculentus* sob microscopia luz, os mesmos foram coletados e lavados em água corrente para retirar o excesso de solo e levados para o Laboratório de Morfoanatomia Funcional de Plantas (LAMOF) da UFC. Os tubérculos foram então lavados com água destilada e seccionados a 10-20 µm com navalhas de aço descartáveis em micrótomo de arraste GLS1 (Gärtner; Lucchinetti; Schweingruber, 2014).

Para a caracterização micromorfológica, secções dos tubérculos foram coradas com azul de Astra e safranina (Roeser, 1972) e montados em lâmina com água destilada. Para caracterização histoquímica, os seguintes testes foram utilizados: para detecção de polissacarídeos totais, os cortes foram corados com ácido periódico de Schiff (McManus, 1948); para pectinas, vermelho de rutênio (Johansen, 1940); para lipídios, Sudan III (Pearse, 1980); para óleos essenciais e resinas, regente de Nadi (David; Carde, 1964); para proteínas totais, Xylidine Ponceau (O'Brien; McCully, 1981); para lactonas sesquiterpênicas, ácido sulfúrico e ácido clorídrico (Geissman; Griffin, 1971). Os controles para cada teste histoquímico foram realizados conforme indicado na literatura pertinente para cada teste.

As observações e captura de imagens (fotomicrografias) foram feitas em

microscópio (Olympus BX 41TF (Tóquio, Japão) acoplado com câmera digital para captura de imagem (Liebe WH, modelo Interface Multimídia USB 2.0).

#### **Análise anatômica micromorfológica de folhas de *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis)**

Para o estudo morfoanatômico das folhas de *P. aculeata* sob microscopia luz, mudas da espécie foram levadas para o Laboratório de Morfoanatomia Funcional de Plantas (LAMOF), da UFC, onde foram processadas. Fragmentos de folhas foram retirados e fixados em solução contendo uma mistura de glutaraldeído e paraformaldeído (Karnovsky, 1965). Para o estudo anatômico, o material foi emblocado em resina histológica a base de metacrilato (Leica, Historesin). Secções com 7 µm espessura foram obtidas com navalhas de tungstênio em micrótomo (Spencer 820).

Para a caracterização micromorfológica, as secções foram coradas com azul de toluidina em pH 4.4 (O'Brien; McCully, 1981).

Para caracterização histoquímica os seguintes testes foram utilizados: para detecção de polissacarídeos totais, os cortes foram corados com ácido periódico de Schiff (McManus, 1948); para pectinas, vermelho rutênio (Johansen, 1940); para proteínas Xylidine Ponceau (O'Brien; McCully, 1981) e azul brilhante de Coomassie (Fisher, 1968). Para lipídios, Sudan III (Pearse, 1980), sendo esse o único teste feito com secções de material fresco feitas a mão livre. Os controles para cada teste histoquímico foram realizados conforme indicado na literatura pertinente para cada teste.

As observações e captura de imagens foram feitas em microscópio (Olympus BX 41TF (Tóquio, Japão) acoplado com câmera digital para captura de imagem (AmScope CMOS, modelo Mu503B USB 3.0).

#### ***7.4.2.2 Análises químicas e biológicas***

As análises químicas e biológicas consistiram em cinco blocos de experimentos já descritos na Figura 15: análises físico-químicas e físicas; análises fitoquímicas, análises tecnofuncionais; análises de bioativos, capacidade antioxidante e capacidade antimicrobiana; análises de bioinformática. Foram realizados em triplicata, onde a média dos resultados foi expressa com desvio padrão.

Os métodos dos experimentos são descritos detalhadamente a seguir.

#### 7.4.2.2.1 Análises físico-químicas e físicas

##### **Análise da interação dos materiais vegetais com a água**

Foi calculada como sendo a perda de umidade calculada por unidade de tempo, sendo expressa na forma de curva de umidade, determinada através da análise da perda de umidade, utilizando um analisador de umidade por infravermelho IV 2000 (Gehaka), conforme Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005).

##### **Determinação da composição centesimal (Umidade, cinzas, lipídios, fibra bruta, carboidratos e proteínas)**

Determinação de umidade: a determinação de umidade foi realizada em conformidade com o protocolo nº 44-15.02 (AACC, 2010).

Determinação de cinzas: o teor de resíduo mineral fixo ou cinzas foi determinado de acordo com método 08-01.01 (AACC, 2020).

Determinação dos lipídios: o teor de lipídios foi determinado de acordo com o método nº 30-20 (AACC, 2000).

Determinação de ácidos graxos: utilizada apenas para a farinha de tubérculos de *C. esculentus* por necessidade do ensaio *in silico*. Especificamente para esse ensaio, seguiu-se as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz que trata dos métodos químicos e físicos para análise de alimentos (IAL, 2008). Para a extração da gordura total, utilizou-se 2,0g amostra homogeneizada, empregando-se balão de vidro de 250 mL, extrator de Soxhlet e solvente hexano PA. A amostra foi transferida para o cartucho de celulose, inserindo-o no extrator de Soxhlet. Adicionou-se 150 mL de hexano no balão de vidro. A extração foi feita em manta de aquecimento, ajustando o sistema para obtenção do refluxo do solvente, por aproximadamente 6 horas. Após a extração, o excesso de hexano foi destilado e recuperado. A gordura extraída foi seca em estufa por 30 minutos a 105°C para eliminar qualquer resíduo de solvente. O balão foi esfriado em dessecador e, em seguida, pesado. A massa da gordura total foi obtida pela diferença de peso. Para a análise dos ésteres metílicos, a gordura extraída foi derivatizada. Utilizou-se um cromatógrafo gasoso com detector de ionização de chama (FID) e uma coluna capilar de sílica fundida (CP-Sil 88). As condições do cromatógrafo foram ajustadas para uma temperatura inicial de 100°C por 5 minutos, seguida de um aumento de 5°C/min até 220°C, mantendo por 15 minutos. A temperatura do injetor e do detector foi

mantida a 250°C e 260°C, respectivamente. O gás de arraste (carrier) foi hélio, com um fluxo de 1 mL/min. A injeção foi em modo split (1:100), com um volume de 1 µL. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos seus tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. A quantificação foi realizada por normalização de área. As categorias gerais, como "Gordura Saturada Total", entre outras, foram calculadas posteriormente pela soma dos percentuais dos ácidos graxos individuais pertencentes a cada grupo.

Determinação de fibra bruta: em conformidade com o método 991-43 (AOAC, 2010).

Determinação de carboidratos: determinação de glicídios totais em glicose. Conforme Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005) que trata dos métodos químicos e físicos para análise de alimentos.

Determinação de proteínas: foi determinado pelo método micro-Kjeldahl, segundo o procedimento n° 46-12 (AACC, 2000).

### **Determinação do grau de modificação do amido**

O grau de modificação do amido foi determinado utilizando o equipamento SDmatic (Chopin®, França), com base no método iodométrico descrito na AACC 76-21.01 (AACC, 1999a). Uma suspensão de 1 g de farinha em solução de ácido bórico e iodeto de potássio foi titulada com tiosulfato de sódio. As medições foram realizadas em triplicata.

Para o amido modificado, o Manual de Métodos Analíticos Aplicados pela Granotec/Granolab ao Trigo e à Farinha de Trigo (Santos, 2015) explica que nesse método o iodo é eletroquimicamente produzido por uma sonda e sua liberação produz uma corrente elétrica que é medida por um par de eletrodos, o amido danificado da amostra absorve o iodo e a corrente diminui, então, quanto maior a queda da corrente, maior o teor de amido danificado.

### **Determinação do teor de glúten úmido**

A quantidade de glúten nas farinhas foi medida seguindo o protocolo 38-12.02 da AACC (2000). O processo envolveu lavar 10g de cada amostra de farinha de trigo com uma solução de cloreto de sódio a 2%, utilizando o equipamento Glutomatic Perten®, e, em seguida, centrifugar o glúten obtido. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **Falling Number ou Número de queda (FN)**

Quantificação indireta da atividade enzimática da  $\alpha$ -amilase (degradação do amido). Foi determinado pelo método 56-81.03 da AACC (1999b). Os resultados foram expressos em segundos (s).

### **Determinação da Cor**

As cores das farinhas e biscoitos foram determinadas utilizando um colorímetro Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japão) no sistema CIELab. Três leituras independentes foram realizadas em cada amostra para obtenção dos valores de luminosidade ( $L^*$ ), coordenadas de cromaticidade  $a^*$  (verde-vermelho) e  $b^*$  (azul-amarelo). Os valores de  $L^*$  variam de 0 (preto total) a 100 (branco total),  $a^*$  varia de  $-a^*$  (verde) a  $+a^*$  (vermelho), e  $b^*$  varia de  $-b^*$  (azul) a  $+b^*$  (amarelo). A colorimetria traduz a cor da amostra em termos numéricos expressos em CIELAB ou CIE  $L^*a^*b^*$  que é um espaço de cores definido pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE), sendo o mais usado para avaliação de alimentos sólidos, como é o caso das farinhas e biscoitos dessa pesquisa.

### **Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Os pós das farinhas e biscoitos foram acondicionados em suportes metálicos e recobertos com ouro. A análise foi realizada em Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG, operando a uma tensão de 10 kV. As misturas de farinhas e o padrão foram analisados com ampliações de 300x, 600x, 1.300x, 2.500x, 5.000x e 10.000x.

### **Espectroscopia de Absorção na Região do Infravermelho (FTIR)**

As farinhas e biscoitos foram analisados por espectroscopia FTIR (400-4000  $\text{cm}^{-1}$ ) usando um espectrofotômetro Shimadzu 830, com amostras dispersas em KBr. Os espectros foram gerados e analisados com o software Origin Pro 9.0 (Northampton, USA).

### **Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) de *P. aculeata***

Utilizada para analisar e quantificar constituintes de *P. aculeata* visando a análise *in silico*. Segundo Tolentino Júnior *et al.* (2021) e Degani *et al.* (1998) a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) é uma técnica de separação que utiliza suporte com partículas



diminutas responsáveis pela alta eficiência, sendo um método adequado para separação de espécies iônicas e macromoléculas e para dosar compostos em alimentos (Gilbert-López; García-Reyes; Molina-Díaz, 2012).

Para a quantificação dos metabólitos, nomeadamente rutina e ácido cafeico foram empregadas as condições cromatográficas sugeridas pela Farmacopeia Brasileira, 6ª edição (Anvisa, 2019), com adaptações. Desta forma, utilizou-se um sistema de Cromatografia Líquida de Alto Eficiência (CLAE) Varian, composto por duas bombas de fluxo contínuo do tipo Dynamax modelo SD-200, um injetor manual de loop de 20 µL, um detector UV/VIS ajustável para até dois comprimentos de onda, uma coluna RP C18 5 µm (250x4,6mm) e estabeleceu-se um fluxo de fase móvel de 1 mL/minuto durante 30 minutos com gradiente de eluição pré-estabelecido (Tabela 3). As análises dos cromatogramas foram realizadas com o software Varian Star nos comprimentos de onda de 370 nm.

Os extratos aquosos e hidroalcoólicos a 20% foram preparados por decocção durante 10 minutos e centrifugados durante 5 minutos a 3.000 rpm. Alíquotas de 10 uL do sobrenadante foram retiradas para a injeção das amostras em triplicata. Separadamente, para a construção das curvas de calibração, foram injetadas alíquotas de 10 uL das soluções de referência rutina (1,0 mg/mL; 0,75 mg/mL; 0,5 mg/mL; 0,25 mg/mL; 0,1 mg/mL) e ácido cafeico (0,0015 mg/mL; 0,00375 mg/mL; 0,0075 mg/mL; 0,01125 mg/mL; 0,015 mg/mL).

Tabela 3 - Condições do gradiente de eluição em CLAE

Tempo (minutos)	Eluente (A) %	Eluente (B) %	Eluição
0-7	90 → 70	10 → 30	Gradiente linear
7-8	70 → 0	30 → 100	Gradiente linear
8-11	0	100	Isocrática
11-12	0 → 90	100 → 10	Gradiente linear
12-30	90	10	Isocrática

Fonte: Anvisa (2019), adaptado pela autora.

Legenda: Eluente (A): água, acetonitrila e ácido acético (95:5: 0,01). Eluente (B): acetonitrila e ácido acético (100:0,01).

### **Extração da fécula de *C. esculentus***

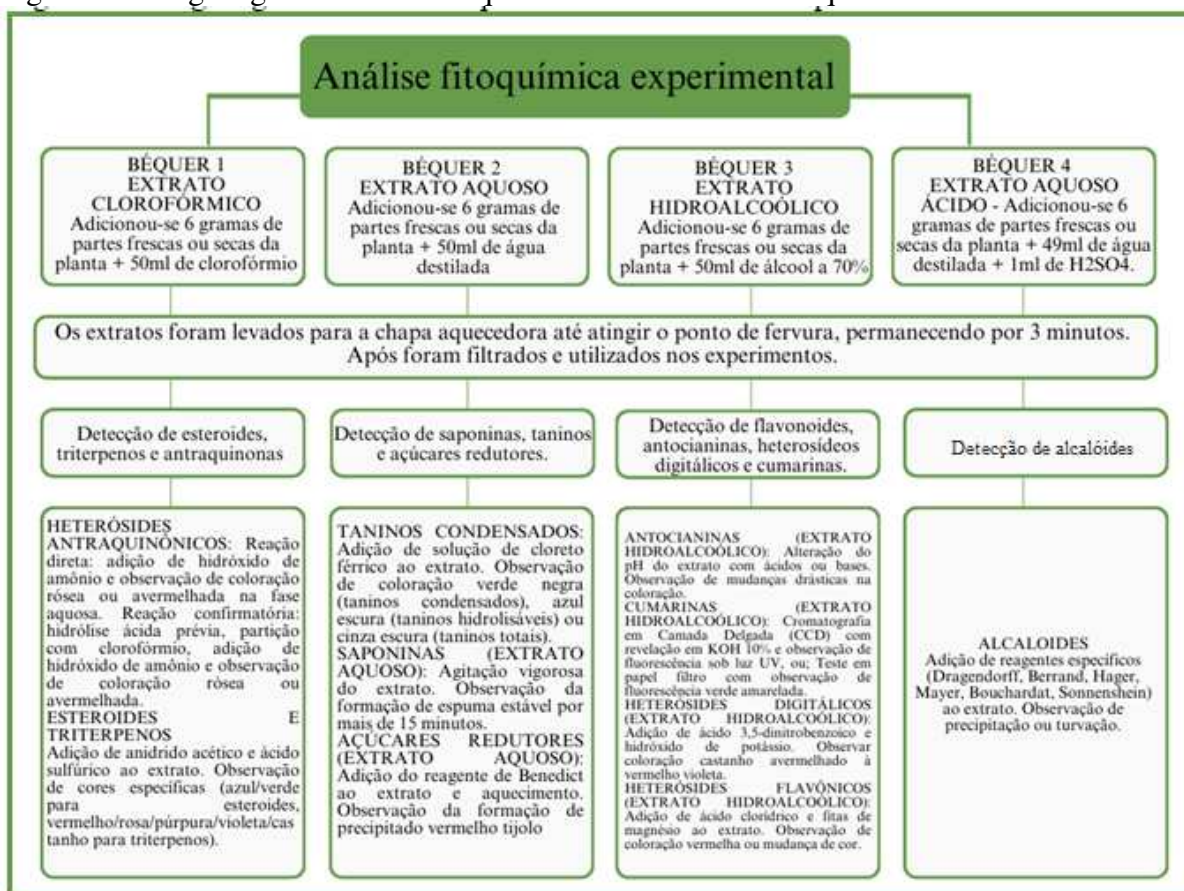
A fécula de *C. esculentus* foi extraída para comparar a morfologia dos seus grânulos de amido, observada por MEV, com dados da literatura. Para extração, foi utilizado o método de Manek *et al.* (2012), preconizado para a espécie, descrito a seguir.

Os tubérculos frescos foram moídos por turbólise em água destilada, sendo o líquido extraído com filtro gaze, filtro de malha 150 $\mu$  e posterior secagem a 40°C por 18 horas em estufa de recirculação de ar. A fécula foi armazenada em tubetes herméticos e levada para análise na Central Analítica da UFC.

#### 7.4.2.2.2 Análises fitoquímicas

Realizadas em triplicata com amostras frescas e secas de folhas de *P. aculeata* e tubérculos de *C. esculentus*, seguindo a metodologia descrita em Matos (2009) com adaptações, para: alcaloides, antocianinas, açúcares redutores, cumarinas, esteroides, heterósides cianogênicos, heterósides flavônicos, heterósides digitálicos, heterósides antraquinônicos, saponinas, taninos condensados e triterpenos, conforme pode ser visualizado na Figura 16.

Figura 16 – Organograma ilustrativo que detalha as análises fitoquímicas realizadas no estudo



Fonte: Adaptado pela autora de Matos (2009).

#### 7.4.2.2.3 Análises tecnofuncionais

Essas análises foram realizadas para as misturas de farinhas e compreenderam: capacidade de absorção de água (WAC) e óleo (OAC), solubilidade em água (WS) e intumescimento/expansão (SP). Os métodos utilizados são descritos a seguir.

#### **Capacidade de absorção de água (WAC) e capacidade de absorção de óleo (OAC)**

Capacidade de Absorção de Água (WAC): Utilizou-se a metodologia de Sosulski (1962), onde misturou-se 1g da amostra com água destilada, seguida de centrifugação. O sobrenadante foi descartado e o sedimento (gel) foi pesado. A diferença entre o peso inicial da amostra e o peso do sedimento resultou na quantidade de água absorvida, expressa em gramas de água por grama de amostra.

Capacidade de Absorção de Óleo (OAC): Utilizou-se a metodologia de Lin, Humbert e Sosulski (1974) semelhante à WAC, onde usou-se óleo vegetal em vez de água, onde 1g de amostra foi misturado com óleo, centrifugado, e o sobrenadante foi descartado. O sedimento foi pesado, e a diferença entre o peso inicial e o peso do sedimento representou a quantidade de óleo absorvida, expressa em gramas de óleo por grama de amostra.

A equação geral para Capacidade de absorção de água (WAC) e capacidade de absorção de óleo (OAC) é dada por:

$$\text{WAC ou OAC (g / g)} = (\text{Mf} - \text{Mi}) / \text{Mi} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde WAC é a capacidade de absorção de água, OAC é a capacidade de absorção de óleo, Mf é a massa final do sedimento e Mi é a massa inicial da amostra.

#### **Solubilidade em água (WS)**

A capacidade de solubilização em água (WS) da farinha foi determinada segundo o método descrito por Kusumayanti, Handayani e Herry (2015). Para tal, uma amostra de 0,5 g da farinha foi dispersa em 10 mL de água destilada e mantida em banho-maria a 60 °C por 30 minutos. Após esse período, a dispersão foi centrifugada a 1600 rpm por 10 minutos, e 5 mL do sobrenadante foram coletados. Essa alíquota foi então submetida à secagem em estufa a 130 °C por 3 horas, utilizando um equipamento da marca FANEM, modelo 315 SE, para a completa evaporação do solvente. O resíduo seco resultante foi pesado, permitindo o cálculo

da WS da farinha, conforme a Equação 2. Os resultados foram expressos em percentual de solubilidade, onde WS é solubilidade da farinha em água, Ms é a massa do sobrenadante seco e Mf a massa inicial da farinha.

$$WS (\%) = (Ms/Mf) \times 2 \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

### **Poder de intumescimento/expansão (SP)**

Para avaliar a capacidade de intumescência (SP) da farinha, uma amostra de 0,1 g foi dispersa em 10 mL de água destilada e submetida a aquecimento a 90 °C por uma hora, sob agitação constante. Após o período de aquecimento, a suspensão foi resfriada rapidamente em banho de gelo até atingir a temperatura de 25 °C. A separação dos componentes foi realizada por centrifugação a 1600 rpm durante 30 minutos. O sedimento resultante foi então pesado, e o poder de intumescência foi calculado utilizando a Equação 3, com os resultados expressos em gramas de água absorvida por grama de farinha, conforme a metodologia descrita por Kusumayanti, Handayani e Herry (2015).

$$SP (g/g) = Ms / Mi \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: SP é o poder de intumescimento da farinha, Ms corresponde a massa de sedimento após a centrifugação e Mi a massa inicial da farinha.

#### **7.4.2.2.4 Análises de bioativos, capacidade antioxidante e capacidade antimicrobiana**

As análises de bioativos consistiram em clorofilas e carotenoides; antocianinas totais e flavonoides amarelos.

### **Análises de bioativos**

#### Determinação de Clorofilas e Carotenoides totais

O teor de carotenoides totais foi determinado conforme metodologia de Lichtenthaler e Buschmann (2001), que se baseia na capacidade dos pigmentos de absorver luz em comprimentos de onda específicos através da medição e caracterização de clorofilas e carotenoides por espectroscopia UV-VIS. Para extração dos pigmentos utilizou-se 0,5g de material vegetal homogeneizado com 85% de acetona na presença de pequenas quantidades de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> e quartzo de sílica, sendo filtrado em papel de filtro. O resíduo foi lavado várias

vezes com acetona até que o filtrado se tornasse incolor. O extrato foi completado até um volume de 50 mL. A absorbância da solução extraída foi medida em um espectrofotômetro UV-VIS em comprimentos de onda específicos: Carotenoides: 470 nm; Clorofila b: 646 nm e Clorofila a: 663 nm. A leitura da absorbância permitiu determinar a quantidade de cada pigmento presente na amostra. A acetona 85% foi usada como branco. As concentrações de Clorofila a, Clorofila b e Carotenoides Totais foram calculadas usando equações específicas que relacionam a absorbância medida aos coeficientes de extinção dos pigmentos. A concentração de Clorofilas Totais foi determinada pela soma das concentrações de Clorofila a e Clorofila b, conforme Equações 4, 5, 6 e 7.

Clorofila a ( $\mu\text{g/mL}$ ):

$$\text{Ca} = 12,25 * \text{A663} - 2,79 * \text{A646} \quad (\text{Equação 4})$$

Clorofila b ( $\mu\text{g/mL}$ ):

$$\text{Cb} = 21,50 * \text{A646} - 5,10 * \text{A663} \quad (\text{Equação 5})$$

Carotenoides totais ( $\mu\text{g/mL}$ ):

$$\text{Cx+c} = (1000 * \text{A470} - 1,82 * \text{Ca} - 85,02 * \text{Cb}) / 198 \quad (\text{Equação 6})$$

Clorofilas Totais:

$$\text{CT} = \text{Ca} + \text{Cb} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde: A663 é a absorbância a 663 nm; A646 é a absorbância a 646 nm; A470 é a absorbância a 470 nm; Ca é a concentração de Clorofila a; Cb é a concentração de Clorofila b; Cx+c é a concentração de carotenoides totais e CT representa as clorofilas totais.

#### Determinação de antocianinas totais e flavonoides amarelos

*Antocianinas Totais:* A determinação de antocianinas foi conduzida em conformidade com o protocolo experimental estabelecido por Francis (1982), onde 1 g da amostra foi submetida a uma diluição inicial em 2 mL de água destilada. Posteriormente, adicionou-se 30 mL de uma solução extratora, composta por etanol a 95% e ácido clorídrico  $1,5 \text{ mol. L}^{-1}$ , na proporção de 85:15 (v/v). O conteúdo resultante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico âmbar de 50 mL, completando-se o volume com a solução extratora. A mistura foi então mantida sob refrigeração por um período de 24 horas. A absorbância da

solução foi medida em um espectrofotômetro UV-VIS no comprimento de onda de 535 nm, que corresponde ao pico de absorção máximo das antocianinas em diversos materiais vegetais. A concentração de antocianinas foi calculada utilizando a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorbância à concentração do composto, conforme Equação 8.

$$\text{Concentração de Antocianinas (mg/L)} = (A_{535} * MW * FD * 1000) / \epsilon \quad (\text{Equação 8})$$

Onde:  $A_{535}$  é a absorbância medida a 535 nm; MW é o peso molecular do pigmento antocianínico predominante (g/mol); FD é o fator de diluição;  $\epsilon$  é o coeficiente de absortividade molar (L/mol.cm) do pigmento antocianínico predominante a 535 nm. O valor de  $\epsilon$  para a cianidina-3-glicosídeo foi de  $26.900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ; 1000 é um fator de conversão para expressar a concentração em mg/L.

*Flavonoides amarelos:* A determinação de flavonoides foi conduzida em conformidade com o protocolo experimental estabelecido por Francis (1982), onde 1 g da amostra foi submetida a uma diluição inicial em 2 mL de água destilada. Posteriormente, adicionaram-se 30 mL de uma solução extratora, composta por etanol a 95% e ácido clorídrico  $1,5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ , na proporção de 85:15 (v/v). O conteúdo resultante foi transferido para um balão volumétrico âmbar de 50 mL, completando-se o volume com a solução extratora. A mistura foi então mantida sob refrigeração por um período de 24 horas. A determinação da absorbância foi efetuada a 374 nm, empregando-se espectrofotometria UV-VIS. A concentração de flavonoides foi calculada através da aplicação da Eq. 9, e os resultados foram expressos em miligramas de flavonoides por 100 gramas de amostra (mg FA/100g), conforme Pontes (2024).

$$\text{Flavonoides (mg/100g)} = \text{Fator de diluição} * A_{374} / 76,6 \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:  $A_{374}$  é a absorbância a 374nm.

### Capacidade antioxidante

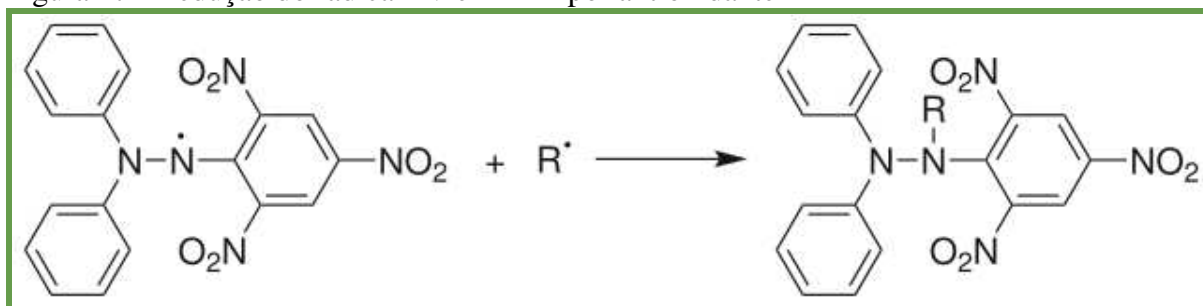
A atividade antioxidante dos extratos preparados a partir das farinhas puras de folhas de *P. aculeata* (OPN) e tubérculos de *C. esculentus* (JUN) foi determinada por meio do ensaio com o radical livre DPPH (1,1-difenil- 2-picril-hidrazila), conforme Brand-Williams *et al.*

(1995) com adaptações de Savatović *et al.* (2012), Scherer e Godoy (2009), Campos *et al.* (2003) e Mensor *et al.* (2001).

Cada farinha foi diluída em veículos etanólico e aquoso, em concentrações de diluição a 20% *p/v*, conforme Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, para fins de pesquisa (Anvisa, 2019), mas também, buscando-se aproximar das concentrações de diluição efetuadas com a farinha de trigo nas farinhas mistas (Medeiros, M., 2020), sendo denominadas da seguinte forma: OPN Et = extrato etanólico de farinha de folhas de *P. aculeata* a 20%; OPN Aq = extrato aquoso de farinha folhas de *P. aculeata* a 20%; JUN Et = extrato etanólico de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%; JUN Aq = extrato aquoso de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%.

A monitorização da redução o radical DPPH (Figura 17) foi realizada por espectrofotometria, medindo-se a absorbância da solução a 517 nm.

Figura 17 - Redução do radical livre DPPH por antioxidante



Fonte: Wikimedia Commons (2024).

A concentração inibitória (IC50) representa a dosagem mínima de um agente antioxidante necessária para promover a supressão de 50% da atividade de um radical livre em uma concentração específica. A concentração de eficiência (EC50), por sua vez, é definida como a quantidade do antioxidante requerida para induzir a redução de 50% da carga radical inicial, sendo calculada através da razão entre o valor de IC50 e a concentração primária do radical, conforme proposto por Savatović *et al.* (2012).

Para a obtenção de uma solução de 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH) na concentração de 40 µg/mL, uma massa de 4 mg do reagente foi solubilizada em álcool metílico. A solução resultante foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, cujo volume foi completado com álcool metílico, seguido de homogeneização. A solução preparada foi acondicionada em um frasco de vidro âmbar, devidamente identificado, e utilizada no mesmo dia da preparação.

Em condições de luminosidade controlada, uma alíquota de 0,1 mL de cada

solução amostral previamente preparada foi transferida para tubos de ensaio, os quais foram vedados e protegidos da luz por revestimento em papel alumínio. Subsequentemente, adicionou-se 3,9 mL da solução do radical DPPH, padronizada a uma concentração de 40 µg/mL, procedendo-se à homogeneização da mistura por meio de agitação vigorosa em vortex. Este procedimento induz uma diluição da amostra, cuja concentração final ( $C_{\text{final}}$ ) foi determinada pela aplicação da Equação 10.

$$C_{\text{final}} = (C_{\text{inicial}} * 0,1) / 4 \quad (\text{Equação 10})$$

Onde  $C_{\text{final}}$  se refere à concentração final,  $C_{\text{inicial}}$  se refere à concentração inicial e 0,1 é a alíquota da solução amostral. Dessa forma, com extratos a 20% (200mg/mL) de  $C_{\text{inicial}}$ , tem-se um  $C_{\text{final}}$  de 0,5% (5mg/mL).

A avaliação comparativa da capacidade antioxidante de amostras desconhecidas foi realizada utilizando uma solução padrão de ácido ascórbico (Vitamina C) como controle positivo, preparada em triplicata. Esta solução controle consistiu em 0,1 mL de ácido ascórbico a 20% diluído em 3,9 mL da solução do radical DPPH, assegurando a homogeneização da mistura. Para o ajuste da linha de base do espectrofotômetro, uma solução em branco (controle) foi preparada, contendo 3,9 mL de metanol e 0,1 mL de ácido ascórbico a 20%, omitindo-se a adição do radical DPPH. A cinética de reação das amostras foi monitorada por espectrofotometria, realizando-se leituras da absorbância a 517 nm em intervalos de 30 minutos, iniciando-se no tempo zero, até que se observasse a estabilização da absorbância, indicativa do consumo completo do antioxidante pela reação com o radical. Entre as leituras, as amostras foram mantidas em seus respectivos tubos de ensaio, permitindo a análise de múltiplas amostras simultaneamente. A absorbância da solução controle foi medida nos mesmos intervalos de tempo que as amostras. Para prevenir a evaporação do solvente e a degradação dos compostos, as cubetas e tubos de ensaio foram mantidos fechados e protegidos da luz. A determinação da absorbância final para o cálculo do IC50 foi realizada somente após a estabilização da absorbância (tempo IC50). A quantificação do radical DPPH remanescente na solução foi obtida pela razão entre a absorbância da amostra e a média das absorbâncias da solução controle no tempo IC50, conforme a Equação 11. A média das triplicatas foi calculada para cada amostra.

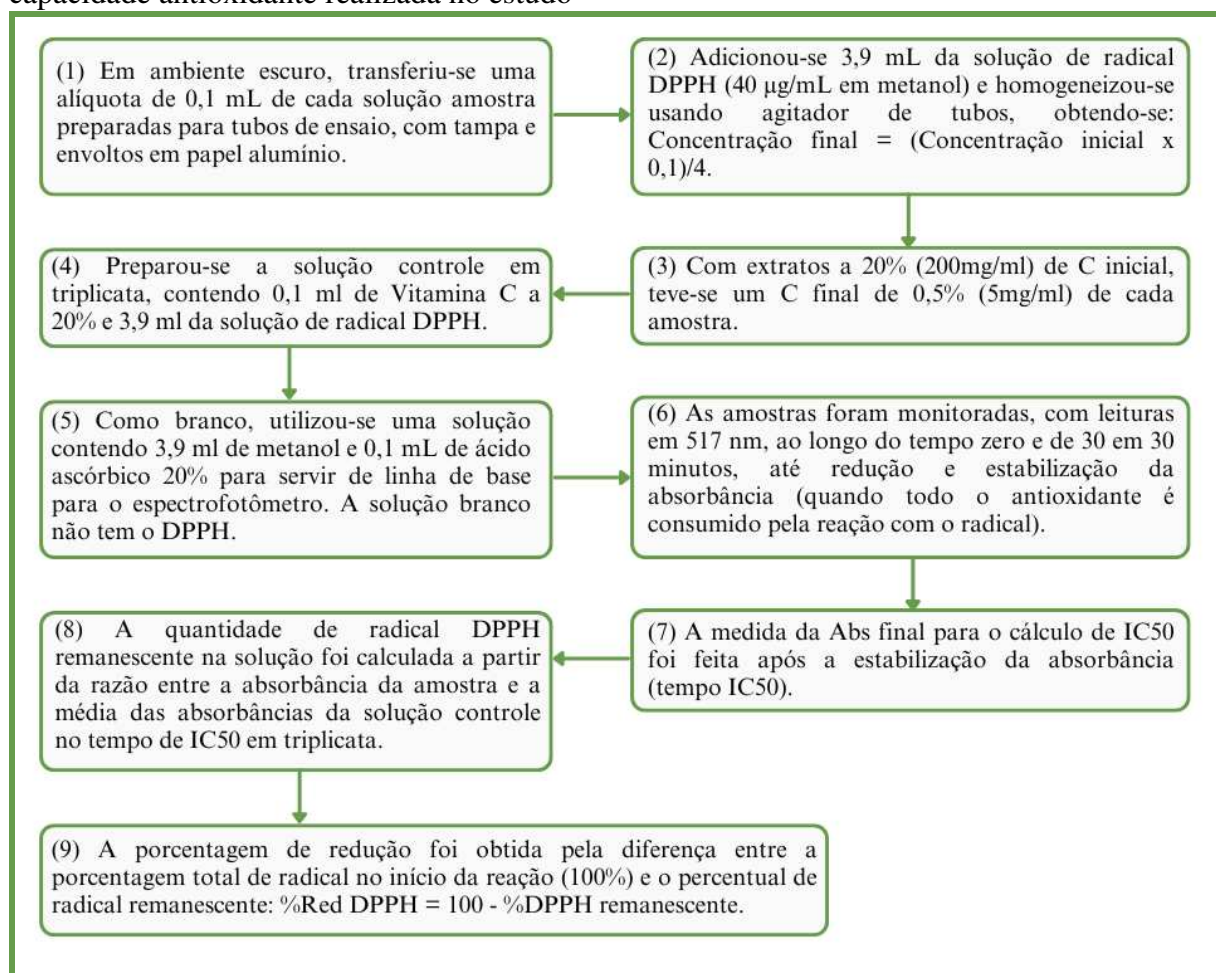
$$\% \text{ DPPH}_{\text{remanescente}} = \text{Ab}_{\text{amostra}} / \text{Ab}_{\text{controle}} * 100 \quad (\text{Equação 11})$$



A taxa de redução foi determinada pela subtração da concentração percentual inicial de radicais (100%) da concentração percentual residual, conforme descrito pela Equação 12. Em seguida, a média aritmética dos valores obtidos foi calculada em triplicata, representando-se os resultados graficamente.

O organograma ilustrativo da Figura 18 descreve de forma sucinta a determinação da capacidade antioxidante descrita acima.

Figura 18 – Organograma ilustrativo que descreve de forma sucinta a determinação da capacidade antioxidante realizada no estudo



Fonte: Adaptado de Brand-Williams *et al.* (1995) com adaptações de Savatović *et al.* (2012), Scherer e Godoy (2009), Campos *et al.* (2003) e Mensor *et al.* (2001) pela autora.

## Capacidade antimicrobiana

A avaliação da atividade antimicrobiana dos extratos preparados a partir das farinhas puras de folhas de *P. aculeata* (OPN) e tubérculos de *C. esculentus* (JUN), bem como de partes frescas, foi conduzida em conformidade com os protocolos estabelecidos pelo

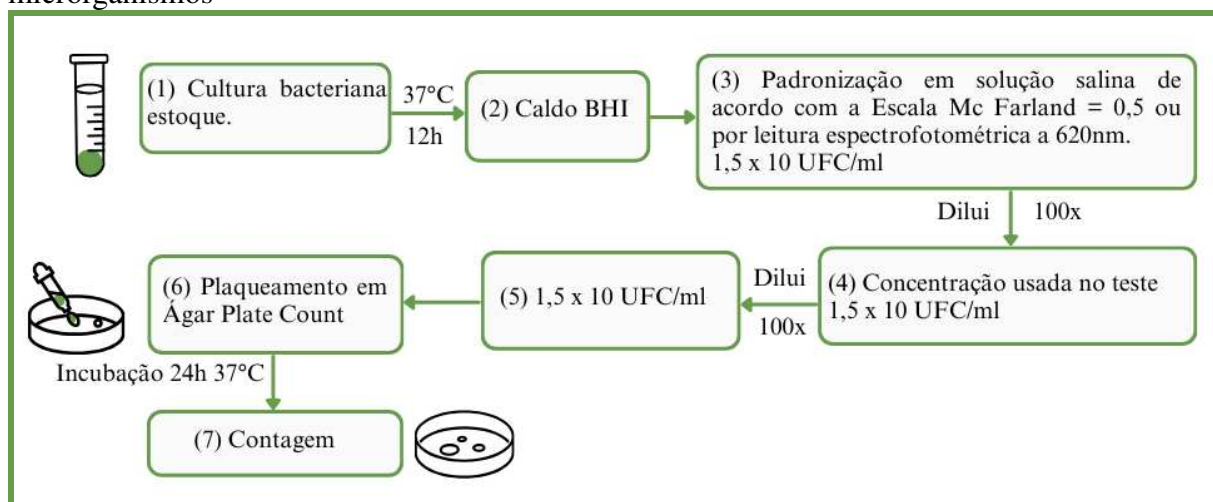
Laboratório de Microbiologia do Departamento de Farmácia da UFC. A padronização dos ensaios microbiológicos seguiu as diretrizes preconizadas pelo Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI, 2009), utilizando cepas de referência fornecidas pela American Type Culture Collection (ATCC, 2011). A detecção microbiana foi realizada através de metodologias baseadas nos trabalhos de Bonan *et al.* (2010) e Uzarski *et al.* (2017), enquanto a determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) e da Concentração Letal Mínima (CLM) se fundamenta nos princípios descritos por Cunha (2006).

Cada farinha foi diluída em veículos etanólico e aquoso, em concentrações de diluição a 20% *p/v*, conforme Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, para fins de pesquisa (Anvisa, 2019), mas também, buscando-se aproximar das concentrações de diluição efetuadas com a farinha de trigo nas farinhas mistas (Medeiros, M., 2020). Utilizou-se a mesma denominação usada na avaliação da atividade antioxidante: OPN Et = extrato etanólico de farinha de folhas de *P. aculeata* a 20%; OPN Aq = extrato aquoso de farinha de folhas de *P. aculeata* a 20%; JUN Et = extrato etanólico de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%; JUN Aq = extrato aquoso de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%.

A atividade antimicrobiana é quantificada através da determinação da CIM e CLM, onde a CIM representa a menor concentração do extrato capaz de inibir o crescimento microbiano, e a CLM indica a concentração mínima necessária para induzir a morte microbiana. Os testes foram realizados utilizando o método de microdiluição em caldo, conforme a Norma M07-A8 do CLSI (2009), em microplacas estéreis de 96 poços. Este método permite o uso de pequenos volumes de reagentes e a avaliação de um grande número de concentrações da substância teste, fornecendo dados quantitativos superiores aos obtidos por métodos de difusão em ágar.

Foram utilizadas quatro cepas microbianas de referência: *Salmonella choleraesuis* ATCC 14028, *Escherichia coli* ATCC 10536, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 e *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10226. As suspensões microbianas das cepas foram preparadas conforme a metodologia descrita na Figura 19 a seguir.

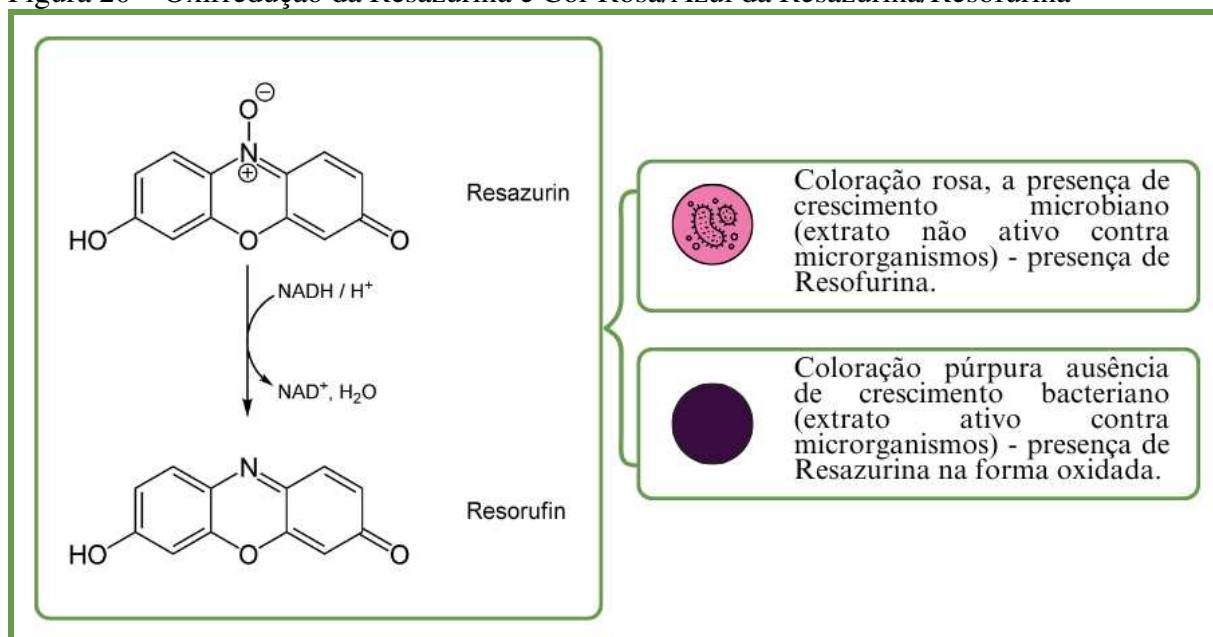
Figura 19 - Organograma esquemático do preparo das suspensões microbianas das cepas de microrganismos



Fonte: Adaptado pela autora da Norma M07-A8 do CLSI (2009).

Na etapa seguinte, em cada cavidade de microplaca de 96 poços, foram dispensados 100 µL de meio de cultura Muller-Hinton (MH), seguidos por 20 µL de soluções seriadas dos extratos ou do agente antimicrobiano padrão (ATB), e 80 µL de suspensão bacteriana padronizada a  $10^6$  unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/mL). Os controles incluíram: controle de inibição de crescimento, contendo meio de cultura, agente antimicrobiano (clorexidina) e inóculo bacteriano; e controle de crescimento, composto por meio de cultura, veículo (etanol aquoso a 20%) e inóculo bacteriano. As microplacas foram incubadas a 35°C por 24 horas. A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada por meio de ensaio colorimétrico, com a adição de 25 µL de solução de resazurina sódica a 0,01% (Polysciences, Inc.). Após uma hora de incubação, a leitura dos resultados foi efetuada, onde a coloração púrpura indicou ausência de crescimento bacteriano (inativação bacteriana), e a coloração rosa, a presença de crescimento bacteriano (atividade bacteriana), em concordância com Bonan *et al.* (2010) conforme Figura 20.

Figura 20 – Oxirredução da Resazurina e Cor Rosa/Azul da Resazurina/Resofurina



Fonte: Adaptado de Uzarski *et al.* (2017) e Yikrazuul (2007).

Nota: Representação gráfica da reação.

#### 7.4.2.2.5 Análises de bioinformática

Foi realizada uma avaliação *in silico* seguindo a metodologia proposta por Santos *et al.* (2018), utilizando os constituintes químicos majoritários identificados por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) nas folhas de *P. aculeata* e o perfil lipídico nos tubérculos de *C. esculentus*.

#### Design virtual e otimização molecular

Com vistas à realização dos ensaios *in silico*, as estruturas químicas das substâncias identificadas nas espécies foram reproduzidas e convertidas em formato de arquivo .mol (MDL Molfile) no software ACD/ChemSketch (Freeware, versão 12.0). Para a otimização de aspectos moleculares foram considerados parâmetros ajustados de mecânica clássica, como ângulos das ligações e as distâncias interatômicas.

#### Predição do espectro de ações biológicas

As moléculas tiveram suas ações biológicas previstas utilizando a plataforma online gratuita PASS. Essa ferramenta é capaz de prever aproximadamente 4.000 propriedades biológicas diferentes, com uma precisão média de 95% (Filimonov *et al.*, 2014;

Druzhilovskiy *et al.*, 2016).

O processo iniciou com a inserção do arquivo no formato .mol contendo a estrutura molecular. Em seguida, o sistema gerou uma lista de possíveis ações biológicas, acompanhadas dos valores de "Pa" (probabilidade de ser ativo) e "Pi" (probabilidade de ser inativo) (Druzhilovskiy *et al.*, 2017). A predição foi baseada na similaridade química entre as moléculas analisadas e um banco de dados que contém informações sobre a relação estrutura química-atividade de 300.000 compostos químicos, que formam o conjunto de treinamento da ferramenta (Filimonov *et al.*, 2014). Para a avaliação do espectro de ações biológicas, foram selecionadas as propriedades biológicas consideradas relevantes para o desenvolvimento de alimentos funcionais.

### **Predição do potencial citotóxico das moléculas**

A CLC-Pred (*Cell-Line Cytotoxicity Predictor*) é uma plataforma virtual gratuita que utiliza a mesma abordagem do software PASS. A CLC-Pred permite prever a citotoxicidade de uma molécula em cerca de 428 linhagens celulares humanas a partir da comparação da estrutura química da substância inserida nesta plataforma com aproximadamente 128 mil substâncias de um banco de dados (*training set*). A acurácia média de precisão neste modelo é de 92% (Lagunin *et al.*, 2023). Para os testes de predição foram selecionadas linhagens celulares cancerígenas relevantes em prospecção de nutracêuticos.

### **Predição de parâmetros toxicológicos**

A predição de parâmetros toxicológicos foi realizada na plataforma PreADMET (Universidade de Yonsei, Yonsei, República da Coreia) a partir da inserção do código fonte do arquivo.mol oriundo da representação computacional de cada uma das moléculas.

#### **7.4.2.3 Análises reológicas**

As análises reológicas consistiram em análises farinográficas e análises extensográficas, conform é detalhado a seguir.

#### 7.4.2.3.1 Análises reológicas farinográficas

As propriedades das misturas de farinha de trigo com as farinhas de folhas de OPN e de tubérculos de JUN, bem como da farinha de trigo controle (FT) foram determinadas no Farinógrafo Brabender, segundo Associação Americana de Química de Cereais método N° 54-21.02 (AACC, 2011). Os seguintes parâmetros foram avaliados (Lima, 1998):

- a) absorção de água: quantidade de água (%) necessária para o centro da curva alcançar a linha de 500 Unidades Farinográficas (UF);
- b) tempo de chegada: tempo (em minutos) necessário para o topo da curva alcançar a linha de 500 Unidades Farinográficas (UF);
- c) tempo de desenvolvimento: tempo (em minutos) desde o início da mistura até o desenvolvimento máximo da curva, imediatamente antes da primeira indicação de queda;
- d) estabilidade: diferença de tempo (em minutos) entre o ponto onde o topo da curva intercepta a linha de 500 UF e o ponto onde o topo da curva deixa a linha de 500 UF.

#### 7.4.2.3.2 Análises reológicas extensográficas

As propriedades extensográficas das misturas de farinha de trigo com as farinhas de folhas de OPN e de tubérculos de JUN, bem como da farinha de trigo controle (FT) foram avaliadas pelo Extensógrafo Brabender de acordo com método N° 54-10.01 (AACC, 1999). Foram determinados os seguintes parâmetros:

- a) resistência à extensão ou elasticidade (R): correspondendo a altura da curva extensográfica a 50mm da origem, expressa em unidades extensográficas (UE);
- b) resistência máxima (RM): altura máxima da curva medida em unidades extensográficas (UE);
- c) extensibilidade (E): comprimento (em mm) do extensograma medindo desde o início até o final da curva.

#### 7.4.2.4 Análise tecnológica de produto

#### 7.4.2.4.1 Propriedades físicas dos biscoitos

Caracterização física: a caracterização física foi realizada conforme a metodologia de Silva *et al.* (2001). Para a análise, seis biscoitos de uma mesma fornada foram selecionados aleatoriamente (em triplicata) e utilizados para determinar o rendimento, a largura, a espessura e o fator de expansão.

Peso dos biscoitos: o peso dos biscoitos foi determinado por meio da pesagem da assadeira com os seis biscoitos, subtraindo-se o peso da assadeira ao final. O rendimento foi calculado pela diferença de peso dos biscoitos antes e depois de assados (Silva *et al.*, 2001).

Largura dos biscoitos: a largura dos biscoitos foi determinada com régua de escala milimetrada e a espessura com paquímetro (Silva *et al.*, 2001).

Fator de expansão dos biscoitos: o fator de expansão foi determinado pela razão entre os valores de largura e espessura dos biscoitos (Silva *et al.*, 2001).

Volume específico dos biscoitos: o volume específico foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço conforme descrito por Silva *et al.* (2001, p. 178):

O biscoito foi colocado no centro de uma placa de petri e abaixo de um funil de vidro apoiado em tripé. As sementes de painço foram despejadas através do funil e recolhidas abaixo até o transbordamento na placa de petri, previamente tarada com semente de painço. Em seguida, a placa foi nivelada com o auxílio de uma régua e o volume do painço presente na cápsula foi medido através de proveta, sem a presença do biscoito. A determinação do volume específico foi realizada com dez repetições, sendo calculado conforme a seguinte equação:  $\text{Vol. específico (cm}^3\text{/g)} = \frac{\text{Vol. do biscoito (cm}^3\text{)}}{\text{peso do biscoito (g)}}$  e  $\text{Vol. do biscoito (cm}^3\text{)} = \text{Vol. da placa (cm}^3\text{)} - \text{Vol. da placa com biscoito (cm}^3\text{)}$ .

Determinação da cor dos biscoitos: A determinação da cor das amostras de biscoitos foi realizada de forma aleatória, utilizando seis unidades em triplicata. As amostras foram dispostas em uma superfície plana e branca e analisadas com um colorímetro Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japão) no sistema CIELab. Para cada amostra, foram realizadas quatro leituras independentes, resultando nos valores de luminosidade ( $L^*$ ), e nas coordenadas de cromaticidade verde-vermelho ( $a^*$ ) e azul-amarelo ( $b^*$ ). O sistema CIELab é caracterizado pela variação de  $L^*$  de 0 (preto) a 100 (branco), de  $a^*$  de  $-a^*$  (verde) a  $+a^*$  (vermelho) e de  $b^*$  de  $-b^*$  (azul) a  $+b^*$  (amarelo).

## Parte II

### 7.4.3 Análises de mercado

Utilizou-se três análises: cienciométrica, survey e grupo focal. Apenas as análises baseadas em entrevistas (survey e grupo focal) foram realizadas na cidade de Fortaleza, Ceará, por ser a capital mais populosa do Nordeste do Brasil, com 2.428.678 habitantes, segundo o Censo 2022 (IBGE, 2022).

#### 7.4.3.1 Análise cienciométrica

Conforme Arlacon-Ruiz *et al.* (2023) e Feitosa, Barros e Feitoza (2024) uma análise cienciométrica pode ser usada para descrever dados consistentes envolvendo as principais instituições, pesquisadores e fontes de interesse, direcionando mercados futuros. Optou-se por essa análise porque apesar de existirem diversos estudos sobre PANC e suas aplicações, informações adicionais sobre os estudos mais relevantes na área eram escassas.

##### 7.4.3.1.1 Fonte de dados

Foi desenvolvida de acordo com as buscas na plataforma de dados Scopus® com a metodologia descrita na Figura 21. Os métodos de análise de Aria e Cuccurullo (2017) para software Bibliometrix – R (versão 4.2.3) e de Van Eck e Waltman (2010) para o software VOSviewer foram utilizados para avaliar as tendências de pesquisa do campo de estudo avaliado.

Os descritores das análises do VOSviewer foram:

- a) gráficos de co-ocorrência de palavras chaves: 5 co-ocorrências por palavra-chave, totalizando 74 palavras chaves (foi utilizado arquivo Thesaurus para as palavras consideradas sinônimos).

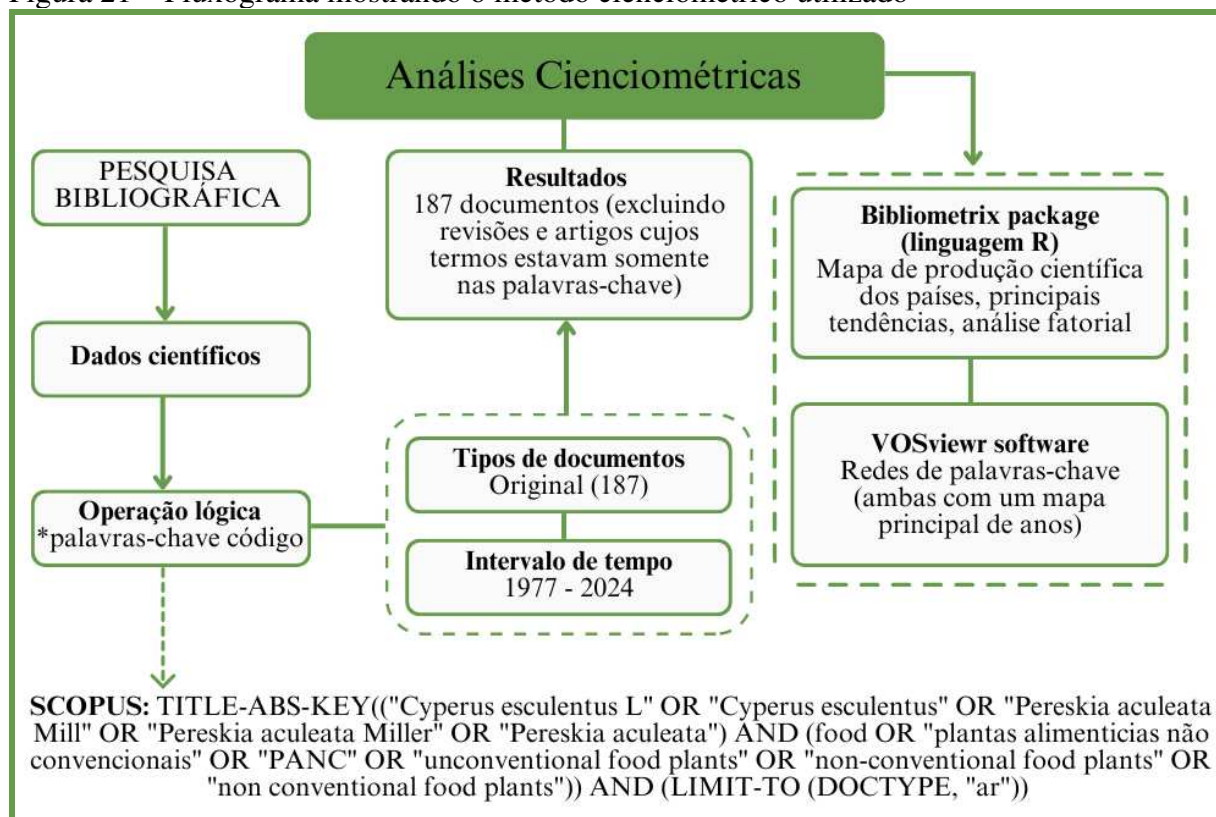
Os descritores de algumas análises do Bibliometrix foram:

- a) produção científica dos países: os 10 países com maior volume de produção de artigos e citações totais;
- b) trend topics: palavras chaves do autor (foi utilizado arquivo Thesaurus para as palavras consideradas sinônimos);
- c) análise fatorial: método de análise múltipla de correspondência com 3 clusters



(foi utilizado arquivo Thesaurus para as palavras consideradas sinônimos).

Figura 21 – Fluxograma mostrando o método cienciométrico utilizado

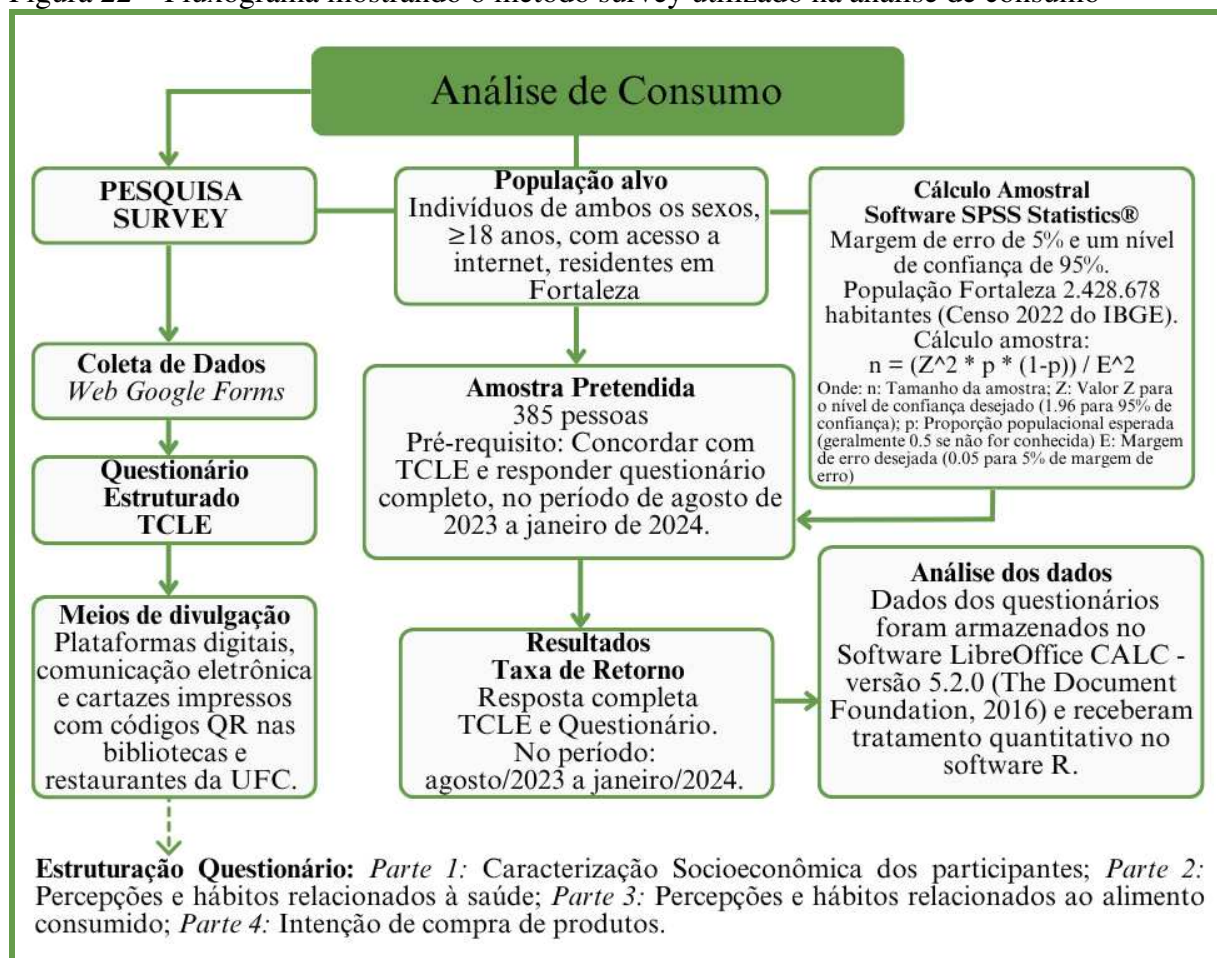


Fonte: Elaborado pela autora (2025).

#### 7.4.3.2 Análise de consumo

Para realizar a análise de consumo, utilizou-se a técnica de survey (Ali *et al.*, 2022; Dong *et al.*, 2023). A Figura 22 mostra um fluxograma que detalha o método survey utilizado na análise de consumo realizada nessa pesquisa.

Figura 22 – Fluxograma mostrando o método survey utilizado na análise de consumo



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O survey é uma técnica de investigação (qualitativa/quantitativa) que possibilita amostra representativa de uma população, coleta de dados baseada em tecnologias (questionários web) e custos reduzidos (Ponto, 2015; Regmi *et al.*, 2016; Wu; Zhao; Fils-Aime, 2022). De forma ágil, permite conhecer perfis e variações de atitude sendo útil em áreas como saúde e alimentação (Ali *et al.*, 2022; Dong *et al.*, 2023). A seguir, detalha-se melhor todo o percurso metodológico.

#### 7.4.3.2.1 População alvo

A população alvo do estudo foi constituída de indivíduos de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com acesso à internet e residentes na cidade de Fortaleza-CE (Censo de 2022 do IBGE - 2.428.678 habitantes). O software SPSS Statistics® estimou um tamanho amostral de 385 pessoas, correspondendo a um nível de confiança de 95% e uma margem de erro de 5% (Marôco, 2018). Para a amostra, foram aceitos os indivíduos que preencheram o

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e responderam ao questionário, no período de agosto de 2023 a janeiro de 2024 (Taxa de Retorno) (Mineiro, 2020). Excluiu-se os que não responderam de forma completa o questionário.

#### 7.4.3.2.2 Coleta de dados

A coleta de dados foi realizada a partir da utilização de um questionário *web* estruturado hospedado no Google Forms®. Este foi disponibilizado através de plataformas digitais, comunicação eletrônica e cartazes impressos com códigos QR em alguns locais públicos da cidade de Fortaleza (Menon; Muraleedharan, 2020). Essa metodologia possibilita taxas de resposta consistentes em grandes populações, especialmente em regiões com cobertura de internet (Daikeler; Silber; Bošnjak, 2022).

#### 7.4.3.2.3 Instrumento de coleta de dados

Constituiu-se de um questionário com questões objetivas. A primeira página exibiu os objetivos da pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); as restantes foram compostas de 45 perguntas de múltipla escolha, subdividindo-se em: Parte 1: Caracterização Socioeconômica dos participantes; Parte 2: Percepções e hábitos relacionados à saúde pessoal; Parte 3: Percepções e hábitos relacionados ao alimento consumido e Parte 4: Intenção de compra. Para perguntas que requereram graus de intensidade, utilizou-se a escala Likert.

#### 7.4.3.2.4 Análise dos dados

Os dados provenientes dos questionários foram armazenados no Software LibreOffice CALC - versão 5.2.0 desenvolvido pela The Document Foundation e receberam tratamento quantitativo no software R (R Core Team, 2024).

As limitações do Survey foram complementadas com a aplicação de um Grupo focal, o qual é descrito na próxima sessão.

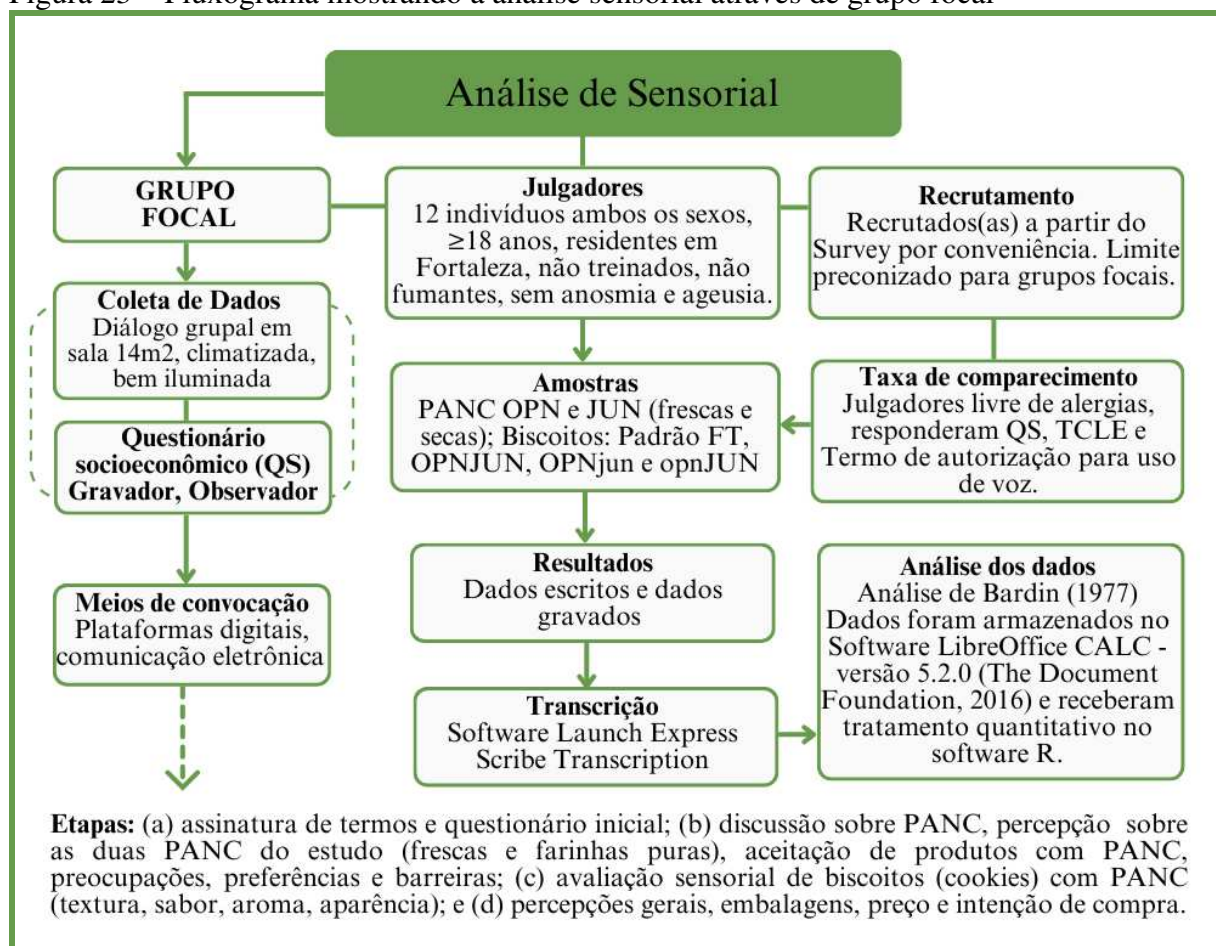
#### 7.4.3.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi utilizada para investigar, de forma mais aprofundada e

seletiva, a percepção hedônica de uma amostra da população do *survey* (análise de consumo), mas com ênfase nas PANC em estudo e em biscoitos tipo *cookies* preparados tecnologicamente com as referidas espécies. Objetivou-se, com essa técnica, obter uma análise aprofundada da complexa rede de influências e subjetividades que permearam as respostas objetivas do *survey*, bem como, a aceitação das PANC pela população em estudo, que possibilitasse elaborar mais assertivamente direcionamentos e estratégias para o mercado a ser gerado, a partir do incentivo ao consumo dessas espécies e seus produtos.

Para realizar a análise sensorial deste estudo, utilizou-se a técnica de Grupo focal ou Focal group, descrito esquematicamente no fluxograma da Figura 23.

Figura 23 – Fluxograma mostrando a análise sensorial através de grupo focal



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

O grupo focal foi escolhido por ser uma técnica de abordagem qualitativa que possibilita compreender processos sociocognitivos como percepções e atitudes de grupos humanos, que precisam de elucidações analíticas e descritivas (Oliveira *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Mesquita, 2022). A sua coleta de dados não limita a expressão dos sujeitos, pois é

feita através de um diálogo grupal. Assim, de acordo com Minayo, Deslandes e Gomes (2016), esse diálogo constrói perspectivas, experiências e saberes livres de consensos padronizados, explicitando intenções de atos, projetos e planejamentos futuros.

#### 7.4.3.3.1 Material do grupo focal

Foi constituído por: Amostra de folhas frescas de *P. aculeata* (OPN); Amostra de tubérculos frescos de *C. esculentus* (JUN); Biscoitos tipo *cookies* preparados com farinhas mistas de PANC e farinha de trigo em diferentes proporções/concentrações: (a) OPN 10% + JUN 10% + Farinha de trigo 80%; (b) OPN 15% + jun 5% + Farinha de trigo 80%; (c) opn 5% + JUN 15% + Farinha de trigo 80%; (d) Biscoitos tipo *cookies* padrão farinha de trigo 100%, conforme Método 10-50D da AACC (1995), já descrito na Tabela 03.

#### 7.4.3.3.2 Julgadores

O recrutamento dos julgadores do grupo focal selecionou 12 indivíduos adultos (acima de 18 anos) não treinados. A amostra foi composta de forma a garantir a representatividade de gênero, com 50% de participantes do sexo feminino e 50% do sexo masculino. A escolha por indivíduos não treinados se baseou na premissa de captar as percepções de pessoas comuns, sem conhecimentos técnicos sobre o tema, característica da técnica de grupo focal (Wilkinson, 1998; Oliveira *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2022; Mesquita, 2022). O recrutamento foi feito por conveniência, a partir do *survey*, e os indivíduos foram informados sobre o propósito do estudo e os critérios de impedimento, como ser fumante ou ter problemas de olfato, paladar ou alergias. É importante citar que, devido a amostragem não probabilística, o grupo focal pode apresentar limitações no que consiste à generalização das percepções obtidas. No entanto, os *insights* propiciados, embora não estatisticamente generalizáveis, são de fundamental importância para aprofundar a compreensão de subgrupos específicos ou para formular hipóteses futuras.

#### 7.4.3.3.3 Taxa de comparecimento

Foi composta pelos julgadores que compareceram no dia agendado para o grupo focal e que, de forma completa, responderam ao questionário socioeconômico, assinaram o

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o termo de autorização para uso de voz e declararam não possuir alergias.

#### 7.4.3.3.4 Instrumentos de coleta de dados

Os seguintes instrumentos impressos foram aplicados:

- a) questionário semiestruturado para coletar informações socioeconômicas/demográficas e impressões escritas dos participantes;
- b) TCLE;
- c) termo de autorização para uso de voz.

Para registro dos relatos, utilizou-se equipamento de gravação de áudio portátil digital (aparelho celular Xiaomi 12) e caderno para registro para impressões do observador.

#### 7.4.3.3.5 Coleta de dados

Definiu-se uma duração de 60 minutos para a reunião do grupo, em sala climatizada e isolada, com iluminação natural e artificial (LED), previamente preparada para esse fim, nas dependências da UFC. A equipe de trabalho foi constituída por um moderador (para conduzir a discussão e manter o grupo focado) e um observador (para observar e fazer anotações). Foram disponibilizados: Álcool gel a 70% para higiene das mãos; guardanapos de papel na cor branca; uma garrafa de 500 mL contendo água mineral; lápis grafite preto nº2 e folhas em branco de papel A4.

Cronologicamente seguiu as etapas:

- a) preenchimento do TCLE, da autorização de uso de voz e do questionário socioeconômico/demográfico pelos julgadores e julgadoras;
- b) discussão sobre o conhecimento prévio de PANC e das espécies OPN/JUN utilizadas no estudo; percepção das partes *in natura* das plantas e farinhas; aceitação de produtos à base de PANC, preocupações com a saúde, preferências e barreiras percebidas; percepção sensorial dos *cookies* com PANC OPN/JUN; discussão geral sobre textura, sabor, aroma e aparência; percepções gerais; embalagens; precificação e intenção de compra.

#### 7.4.3.3.6 Condução do grupo focal

O grupo focal foi conduzido presencialmente por um moderador com relevante experiência na condução de grupos focais e um observador. Este anotou as impressões corporais e faciais dos julgadores para complementar as opiniões gravadas.

Os julgadores foram acomodados em uma sala previamente preparada e receberam o questionário socioeconômico, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o termo de autorização para gravação de imagem e voz. Para cada julgador, foram disponibilizados papel, lápis grafite N° 2, uma garrafa de 500 mL de água mineral, um copo descartável e guardanapos de papel. As PANC e os biscoitos foram apresentados um a um para apreciação dos julgadores, seguindo a orientação do moderador.

Inicialmente, para não haver dúvidas sobre a técnica, os julgadores foram informados pelo moderador que o grupo focal consiste em uma metodologia de pesquisa qualitativa que se baseia na interação para produzir dados. Portanto, o foco não seria alcançar um consenso unânime, mas explorar a diversidade de opiniões, mesmo havendo divergências. Ressaltou também que, a discussão em grupo permitiria que os julgadores elaborassem e defendessem suas opiniões, gerando relatos mais detalhados e articulados do que em entrevistas individuais. Além disso, visava capturar o processo de "criação de sentido coletivo" (Wilkinson, 1998).

Conforme Prates *et al.* (2015), na análise sensorial por grupo focal a partir dos produtos a serem analisados, são realizadas, inicialmente, perguntas genéricas que, a seguir, são aprofundadas, direcionando para o foco do estudo. Conforme Dutcosky (2011), a realização da análise sensorial na área de alimentos deve ser conduzida de forma cada vez mais associada à ciência que permeia os consumidores desses produtos. Segundo IAL (2008), a análise deve ser realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos.

#### 7.4.3.3.7 Análise dos dados do grupo focal

Utilizou-se a análise de conteúdo temático por frequência de Bardin (1977): (a) realizou-se uma pré análise; (b) exploração do material; (c) tratamento e interpretação dos dados. Efetuou-se, primeiramente, uma escuta exploratória do áudio e leitura dos dados do observador, com o intuito de compreender o cenário. Depois, realizou-se a transcrição e

recortes do texto visando estabelecer as categorias de análise. Os dados sociodemográficos dos participantes foram tabulados e analisados usando Software CALC - LibreOffice versão 5.2.0 e os áudios transcritos com o auxílio do *Software Launch Express Scribe Transcription®* (Albuquerque *et al.*, 2018). Com a finalidade de preservar a identidade dos participantes desta pesquisa, todos foram identificados conforme sistema alfanumérico (Prates *et al.*, 2015).



## 8 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 8.1 Caracterização das PANC, das farinhas e do produto

Essa parte contém todos os experimentos realizados, seus detalhamentos e análises dos resultados obtidos. Está subdividida em caracterização botânica das PANC, análises químicas e biológicas, análises reológicas e análises para avaliação do produto final.

#### 8.1.1 Caracterização botânica das PANC

##### 8.1.1.1 Caracterização botânica das folhas frescas da PANC *P. aculeata* (ora-pro-nóbis)

###### 8.1.1.1.1 Análise macromorfológica das folhas de *P. aculeata*

A análise macromorfológica realizada por meio de vista desarmada e com o suporte de uma câmera macroscópica, das folhas frescas de ora-pro-nóbis, pode ser visualizada na Figura 24.

Evidencia-se uma filotaxia alterna, com folhas verdes simples dispostas em espiral ao longo do caule, com lâmina foliar única e não dividida, forma elíptica lanceolada (Figura 24 B). A folha é simples, simétrica, elíptica e de textura coriácea, com cerca de 7cm de comprimento e 3cm de largura, com ápice agudo a acuminado e base atenuada, margem inteira sem dentes (Duarte; Hayashi, 2005). A nervação é penínérvea (Figura 24 C), com nervura principal central e nervuras secundárias a partir dela. A textura é carnosa indicando a adaptação a ambientes com pouca água, como toda cactácea. De acordo com Mercê *et al.* (2001) dá-se pela presença do biopolímero arabinogalactana. Consoante, suas folhas surgem de aréolas, estruturas típicas de cactos e nas axilas dessas podem ser encontrados espinhos.

Figura 24 – Visualização macromorfológica das folhas frescas de *P. aculeata*

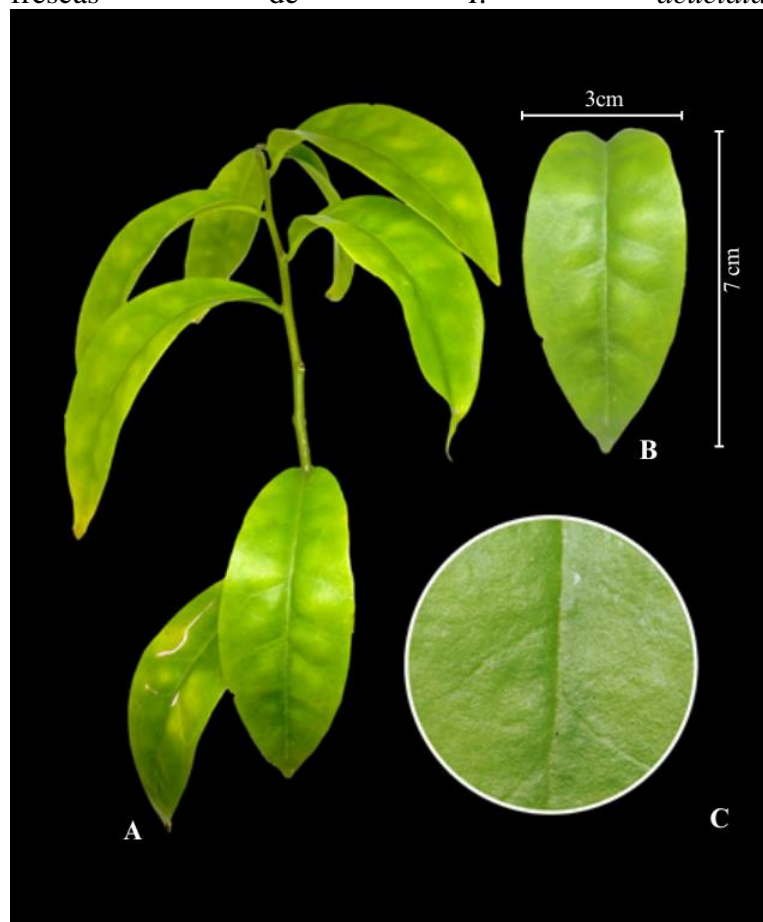


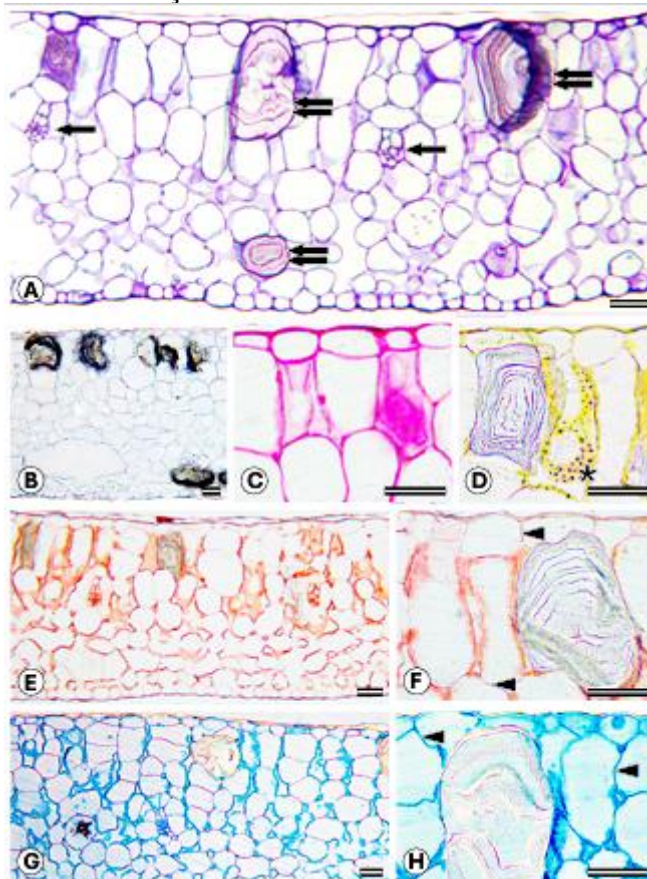
Foto: Carlos Ádrian Rodrigues Mota (acervo da autora).  
 Dados: (A) folhas dispostas em espiral ao longo do caule; (B) folha simples, elíptica e lanceolada (C) nervação penínérvea, nervura principal central e nervuras secundárias.

As observações macroscópicas das folhas de *P. aculeata*, cultivada em regime agroflorestal, revelaram características foliares consistentes com os achados de Cruz *et al.* (2020), Squena *et al.* (2017) e Duarte e Hayashi (2005), os quais descreveram a presença de filotaxia alterna, lâminas foliares simples, simétricas, lanceoladas, de coloração verde, com dimensões aproximadas de 7 cm de comprimento e 3 cm de largura, e ápice agudo. Adicionalmente, em consonância com Paula (2018), a análise anatômica foliar sugere que a estrutura do mesófilo exibe plasticidade fenotípica em resposta à variação da irradiância luminosa (Figura 24 A).

#### 8.1.1.1.2 Análise anatômica micromorfológica das folhas de *P. aculeata*

A Análise anatômica micromorfológica das folhas de *P. aculeata* pode ser visualizada na Figura 25.

Figura 25 - Anatomia da folha de *Pereskia aculeata* Mill. como observado por microscopia de luz em seções transversais



Fonte: A autora.

Dados: (A) Coloração com azul de toluidina. Note que a epiderme adaxial e abaxial são uniestratificadas, o mesófilo é dorsiventral e os feixes vasculares colaterais. Ocorrem idioblastos mucilaginosos no parênquima paliádico e lacunoso. (B) Presença de evidenciada pelo ácido tânico. Note a coloração enegrecida dos idioblastos. (C) Presença de pectinas pelos vermelhos de rutênio. Note a coloração avermelhada. (D) Presença de pequenos grãos de amido nos cloroplastos como evidenciado pela coloração enegrecida. (E–H) Testes para detecção de proteínas com Xylidine Ponceau (E e F) e azul brilhante de Coomassie (G e H). Note que os cloroplastos e as paredes celulares se coram de aralanjado quando coradas com Xylidine Ponceau ou azulado com azul brilhante de Coomassie. Asterisco, grãos de amido; cabeças de seta, paredes celulares evidenciando a presença de proteínas; seta, feixe vascular; seta dupla, idioblastos; Barras = 50 µm.

As folhas são anfiestomáticas com mesófilo dorsiventral (Figura 25 A). O parênquima paliçádico composto três a quatro camadas de células. Estas são largas, ora tendendo a isodiamétrica ora mais colunares, com alguns espessamentos presentes, não formando uma paliçada compacta (Figura 25 A). O parênquima esponjoso é multiestratificado composto por quatro a oito camadas (Figura 25 A). Ambos, parênquima paliçádico e esponjoso, apresentam idioblastos mucilaginosos por vezes contendo drusas de oxalato de cálcio (Figura 25 A-H). Os feixes colaterais (compostos de xilema e floema) são pequenos, envoltos por uma bainha parenquimática e ficam entre o parênquima paliçádico e esponjoso (Figura 25 A).

Os testes histoquímicos evidenciaram a presença apenas de mucilagem (Figura 25 B) e pectinas (Figura 25 C) nos idioblastos mucilaginosos, os outros testes se apresentaram negativos. Pequenos grãos de amido foram encontrados no clorênquima apenas dentro dos cloroplastos (Figura 25 D), não havendo organelas específicas para o acúmulo. Ambos os testes para proteínas evidenciaram a presença de proteínas apenas nos cloroplastos (Figura 25 E-H) e especialmente nas paredes celulares (Figura 25 F, H), não havendo formação de grãos proteicos em idioblastos.

A anatomia das folhas de *P. aculeata* é similar ao reportado na literatura por outros autores (Duarte; Hayashi, 2005), sendo importante para descrição da espécie, características essas que podem ser utilizadas no controle de qualidade de plantas (ou mesmo folhas) vendidas para o consumo humano, como indicado por outros trabalhos (Fonseca *et al.*, 2021; Santos *et al.*, 2015). Embora se esperasse encontrar grande quantidade de proteínas sendo armazenadas nas folhas, os testes histoquímicos revelaram a presença de proteínas apenas nos cloroplastos. Embora os cloroplastos pareçam apresentar grandes quantidades de proteínas, devido a uma intensa coloração, os testes histoquímicos não permitem essa quantificação. Nota-se também que as paredes celulares ficam evidentemente coradas pelo Xylidine Ponceau e azul brilhante de Coomassie. De fato, paredes celulares contêm proteínas em sua composição, porém toda a parede foi corada pelos corantes.

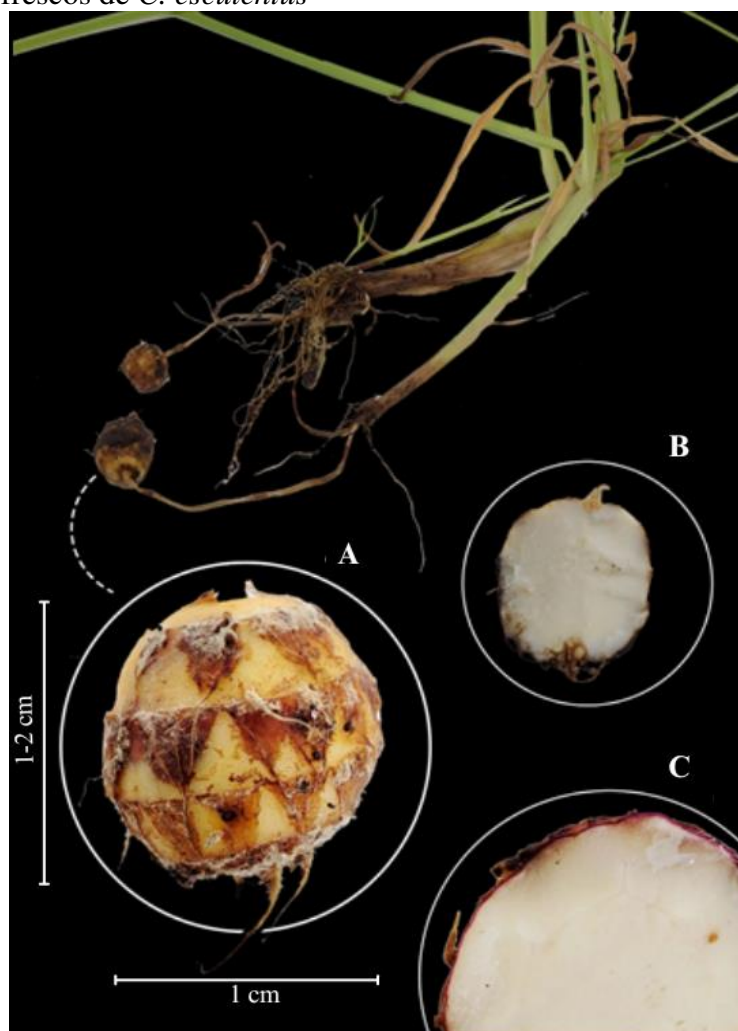
#### 8.1.1.2 Caracterização botânica dos tubérculos frescos de *C. esculentus*

##### 8.1.1.2.1 Análise macromorfológica

Na Figura 26, observa-se um caule subterrâneo pela presença nítida de nós e entrenós. Os tubérculos se apresentam arredondados/oblongos, alcançando entre 1-2 cm de

tamanho, conforme Matos (2007) (Figura 26 A). A cor variou de amarelo ocre (mais comum) a marrom escuro. Cerca de 4-6 entrenós curtos foram observados em cada tubérculo.

Figura 26 – Visualização macromorfológica de tubérculos frescos de *C. esculentus*



Fonte: Carlos Ádrian Rodrigues Mota (acervo da autora).

Dados: (A) Aspecto do tubérculo fresco inteiro; (B) Aspecto do tubérculo com corte longitudinal; (C) Aspecto de (B) após corante que evidencia ligninas pela coloração róseo magenta escuro presente nas bordas do corte.

Internamente, vê-se majoritariamente tecido parenquimatoso de reserva com epiderme e camadas subjacentes (Figura 26 B-C).

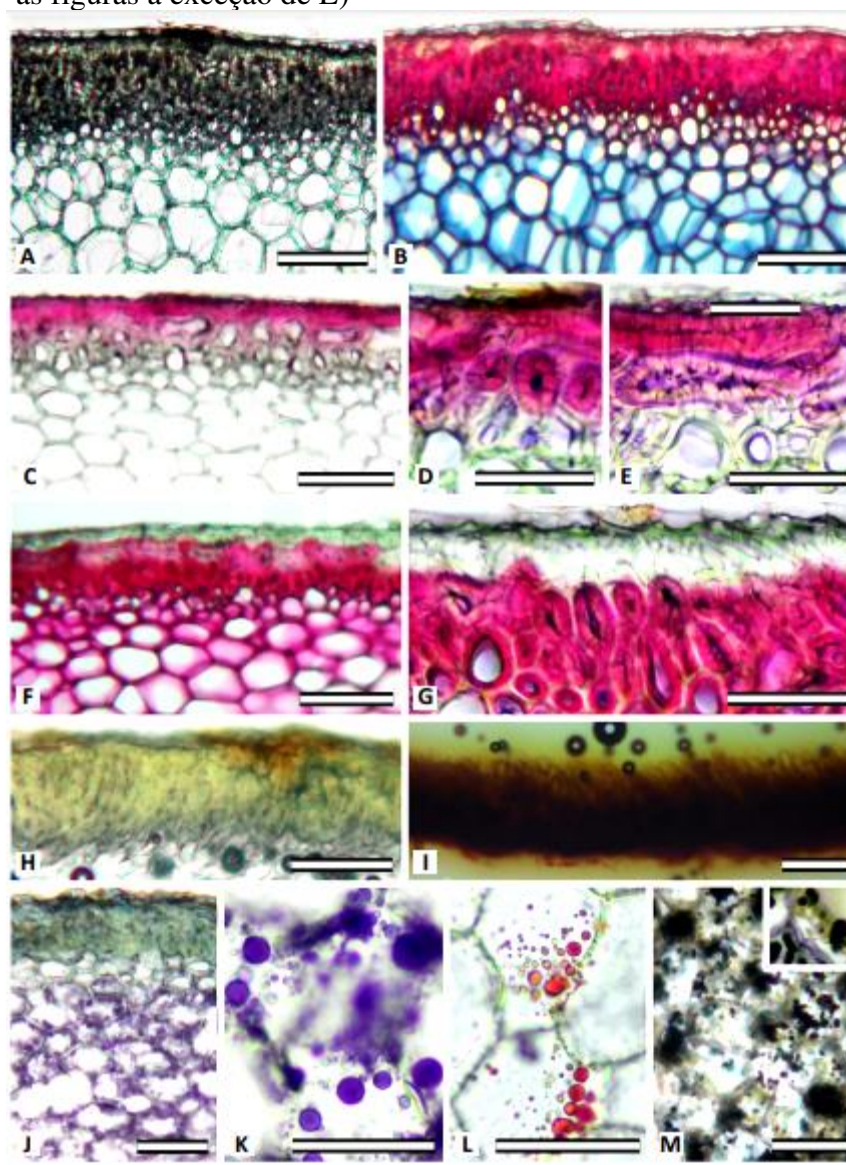
#### 8.1.1.2.2 Análise anatômica micromorfológica

Na Figura 27, as camadas celulares logo abaixo da epiderme são compostas por até seis camadas de células esclerificadas das quais nas duas (raramente três) camadas de



células corticais logo abaixo da epiderme foi evidenciada a presença de lignina nas paredes celulares (Figura 27 C-E), enquanto as camadas mais internas, ou seja, próximas às células parenquimáticas, a composição era rica em compostos pécnicos (Figura 27 F, G). Embora a presença de lactonas sesquiterpênicas tenha sido indicada pelos dois ácidos utilizados, ácido clorídrico e sulfúrico, respectivamente (Figura 27 H, I), o teste que possibilitou um melhor resultado o ácido sulfúrico, como facilmente demonstrado pela coloração marron escuro.

Figura 27 - Anatomia do tubérculo de *Cyperus esculentus* como observado por microscopia de luz em seções transversais (todas as figuras à exceção de E)



Fonte: A autora.

Dados: (A) branco, secção não submetida a nenhuma coloração ou teste; (B) azul de Astra e safranina; (C – E) Teste para detecção de ligninas como evidenciado pela coloração róseo magenta escuro. Note a presença das esclereides lignificadas nas duas (raramente três) camadas de células corticais subepidérmicas. (F, G) Teste para detecção pectinas como evidenciado pela

coloração avermelhada das paredes celulares. Note que as camadas corticais logo abaixo da epiderme não possuem células ricas em paredes pécticas. (H, I) Testes para detecção de lactonas sesquiterpênicas com ácido clorídrico, como indicado pela coloração acastanhada, e ácido sulfúrico, como indicado pela coloração marron escuro, respectivamente. (J, K) Reagente de Nadi indicando a presença de óleo-resina, gotículas arroxeadas. (L) Teste com Sudan IV indicando a presença de lipídios totais, gotículas laranja escuro-avermelhadas. (M) Teste com lugol, indicando a presença de amido, coloração roxo-enegrecida. O detalhe no canto superior direito mostra a presença dos grãos de amido.

Barras = 100  $\mu\text{m}$  (A, B, C, F, H, I, J e M) e 50  $\mu\text{m}$  (D, E, G, K e L)

As reservas do tubérculo foram indicadas pelos testes histoquímicos que demonstraram a presença de óleo-resinas I (Figura 27 J, K), lipídios (Figura 27 L) e amido (Figura 27 M). Não foi detectada a presença de proteínas com o teste utilizado.

A morfologia dos tubérculos descrita neste trabalho é similar ao reportado na literatura (Bendixen, 1973; Gifford; Bayer, 1995; Zhang *et al.*, 2022). O fato de apenas 2-3 camadas subepidérmicas de células esclerificadas terem apresentado lignificação explica o fato desses tubérculos serem de fácil consumo, podendo ser consumidos mesmo sem cozimento (Defelice, 2002). As cerca de quatro camadas celulares logo abaixo das camadas esclerificadas são ricas em compostos pécticos, mais moles e maleáveis que as ligninas.

A presença de lactonas sesquiterpênicas em órgãos subterrâneos é importante uma vez que pode atuar em estratégias anti-herbivoria ou mesmo antimicrobianas (Drijfhout; Morgan, 2010). É interessante notar que a epiderme bem como as camadas corticais mais próximas da epiderme, e por consequência mais próximas ao solo, foram justamente aquelas que demonstraram a presença desses compostos. Espécies de *Cyperus* têm sido relatadas na literatura como produtoras de produtos anti-inflamatórios bem como utilizada com outros fins medicinais (Duarte *et al.*, 2005; Jin *et al.*, 2011; Machado *et al.*, 2020).

Os resultados histoquímicos demonstram onde as reservas são estocadas nos tubérculos de *C. esculentus*. No caso das óleo-resinas e lipídios, foi visto que elas se concentram mais nas regiões corticais parenquimáticas logo abaixo das camadas de células esclerificadas próximas à epiderme. Outros autores demonstraram a presença de óleos para essa espécie (Zhang *et al.*, 2022), sendo que os tubérculos podem conter até 30% de óleos (Wills, 1987). O amido, reserva típica de tubérculos também foi encontrado. Assim, pode-se caracterizar as reservas de *C. esculentus* como um reserva mista, composta de óleos e amido. Embora os resultados obtidos aqui não tenham detectado a presença de proteínas, é possível que as proteínas de reserva não sejam sensíveis ao teste utilizado. Assim, outros testes histoquímicos como o azul brilhante de Coomassie (Fisher, 1968) podem ser utilizados no futuro, uma vez que a presença de proteína é relatada nos tubérculos (Zhang *et al.*, 2022).

Ainda, é possível que os tubérculos, mesmo em fase completamente desenvolvida, ainda não apresentem reserva de proteínas devido ao tipo de solo em que foram cultivados.

### ***8.1.2 Análises químicas e biológicas***

De acordo com Lima (1998), o estudo dos parâmetros que envolvem a concepção de um produto alimentício é fundamental para a sua boa qualidade tecnológica. Dessa forma, essa etapa envolveu todas as análises químicas e biológicas realizadas com tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata*, de forma individual e em combinação nas farinhas e no produto tipo biscoito, conforme metodologia já descrita.

#### ***8.1.2.1 Análises físico-químicas e físicas***

##### **8.1.2.1.1 Análise da interação dos materiais vegetais com a água**

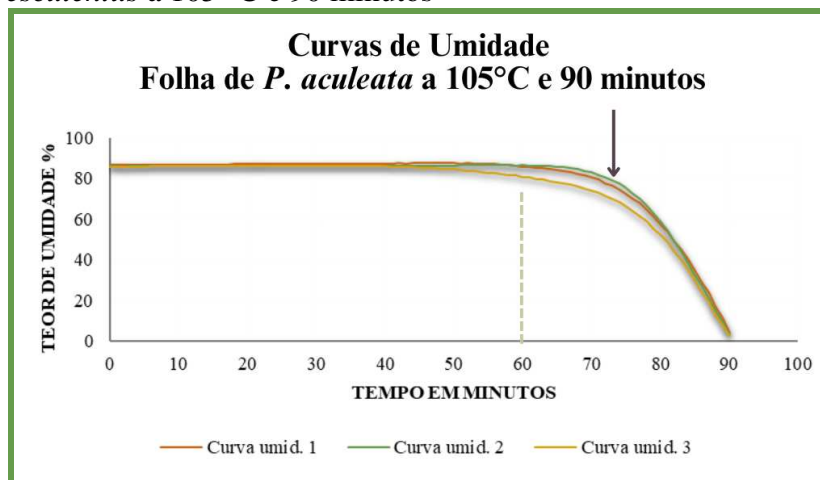
Foi calculada como sendo a perda de umidade calculada por unidade de tempo e está expressa na forma de curva de umidade. A obtenção dessas curvas objetivou fornecer informações sobre a interação dos materiais vegetais com a água, visando obter dados sobre a estabilidade e qualidade de futuros produtos a serem desenvolvidos com as PANC, bem como melhores sistemas de embalagem e armazenamento.

#### **Curvas de umidade *P. aculeata***

O Gráfico 2 mostra as curvas de umidade para as folhas frescas de *P. aculeata* (OPN). O teor de umidade encontrado nas folhas de OPN foi de aproximadamente 85%, indicando que se trata de um material rico em água, o que é comprovado por Duarte e Hayashi (2005) quando evidenciam que *P. aculeata* é uma cactácea e suas folhas apresentam elevado teor de mucilagem.



Gráfico 2 – Curva de umidade para tubérculos frescos de *C. esculentus* a 105 °C e 90 minutos



Fonte: A autora.

Dados: Tempo 90 minutos. Temperatura de secagem 105 °C e temperatura ambiente: 24 °C (ar-condicionado). (1) Curva de umidade 1 – Peso inicial 2,017g; Peso final 0,272g; Umidade 86,5%; (2) Curva de umidade 2 - Peso inicial 1,686g; Peso final 0,239; Umidade 85,9%; (3) Curva de umidade 3 - Peso inicial 1,686g; Peso final 0,239g; Umidade 85,8%. Médias: Peso inicial médio 1,85g; Peso final médio 0,257g e Umidade média 86,06%. No tempo de 75 minutos: Média do teor de umidade 44,33% e desvio padrão 3,92% (seta).

Considerando-se os dados das três curvas para as folhas da espécie *P. aculeata*, constatou-se que no tempo de 75 minutos (indicado por uma seta), a média do teor de umidade foi de aproximadamente 44,33%, com um desvio padrão de aproximadamente 3,92%, onde se verificou que a maior perda de água se deu nos últimos 30 minutos de secagem (linha pontilhada do gráfico).

Quanto à semelhança entre as curvas, ambas seguem o padrão esperado, mostrando uma queda gradual no teor de umidade de acordo com o aumento do tempo de secagem, embora haja uma pequena variação entre elas, o que se pode atribuir às pequenas variações entre as amostras utilizadas, como grau de maturação entre as folhas utilizadas ou incidência de luz solar. Uma mudança na estrutura anatômica das folhas de *P. aculeata* é influenciada pela intensidade da luz (Paula, 2018) confirmando a fotografia da Figura 24.

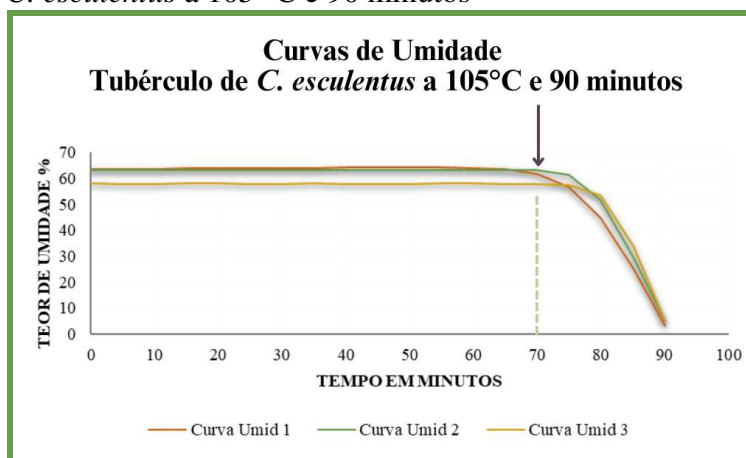
Quanto à retenção de água, as diferenças entre os pesos inicial e final em cada curva forneceram a quantidade de água retida. Verificou-se que a retenção de água para as três curvas apresentou variações, visto que a amostra da curva 1 reteve mais água (1,745g), seguida pela amostra da curva 2 (1,587g) e pela amostra da curva 3 (1,447g). Essas diferenças podem ser atribuídas às variações naturais entre as amostras, como tamanho, espessura da folha e composição. Dado que as amostras são de origem vegetal, portanto um material biológico, sabe-se que fatores edafoclimáticos, bióticos e abióticos, podem influenciar sua

variação. Conforme é colocado por Santos *et al.* (2025), uma simples deficiência de nitrogênio em hortaliças folhosas, afeta o crescimento e o metabolismo desses vegetais.

### Curvas de umidade *C. esculentus*

O Gráfico 3 mostra as curvas de umidade para os tubérculos frescos de *C. esculentus*. Verificou-se que os tubérculos apresentaram uma quantidade moderada de água em sua estrutura, com umidade média de 61,82% e rendimento em peso seco de 38,35%. Esses resultados divergiram de Matos, Cavalcanti e Parente (2008), que concluíram que tubérculos maiores, mais pesados, com menor teor de umidade (57%) e maior rendimento (42,8%) dependem da época da colheita (período de 114 dias após plantio).

Gráfico 3 – Curva de umidade para tubérculos frescos de *C. esculentus* a 105 °C e 90 minutos



Fonte: A autora.

Dados: Tempo 90 minutos. Temperatura de secagem 105 °C e temperatura ambiente: 24 °C (ar condicionado). (1) Curva de umidade 1 – Peso inicial 3,891; Peso final 1,411; Umidade 63,73%; (2) Curva de umidade 2 - Peso inicial 4,239; Peso final 1,56; Umidade 63,19%; (3) Curva de umidade 3 - Peso inicial 4,05; Peso final 1,702; Umidade 57,97%. Médias: Peso inicial médio 4,06; Peso final médio 1,55 e Umidade média 61,82%. No tempo de 70 minutos: Média do teor de umidade 58% e desvio padrão 2% (seta).

A queda acentuada na umidade começa por volta dos 70 minutos (linha pontilhada). Considerando-se os dados das três curvas, constatou-se que no tempo de 70 minutos, a média do teor de umidade foi de aproximadamente 58%, com um desvio padrão de aproximadamente 2%, onde se verificou que a maior perda de água se deu nos últimos 20 minutos de secagem (seta). No caso, constatou-se que o valor de umidade encontrado para os tubérculos de *C. esculentus* neste estudo, quando comparado aos valores obtidos por Matos,

Cavalcanti e Parente (2008) no Ceará, para estudos agronômicos com a espécie, caracterizam uma colheita fora do período considerado como sendo de melhor custo/benefício.

Sobre a temperatura de 105 °C utilizada, conforme metodologia do equipamento, ressalta-se que Wu, X. *et al.* (2024) verificaram que na faixa de 80-140 °C, a umidade dos tubérculos diminui, porém, a superfície destes é danificada, bem como são rompidas as estruturas cristalinas internas, helicoidais e da cadeia molecular.

Quanto à retenção de água, as diferenças entre os pesos inicial e final em cada curva forneceram a quantidade de água retida, que foi similar para as curvas 1 e 2, enquanto a curva 3 reteve um pouco mais de água (observada no tempo de 80 minutos). Sugere-se haver uma relação direta entre a umidade e a retenção de água pelos tubérculos de junça. Os estudos de Builders *et al.* (2013), Fathoni *et al.* (2020) e Yu *et al.* (2022) relataram que os grânulos de amido de *C. esculentus* apresentam higroscopia, entretando, ressalta-se que não foi investigada a influência de outros fatores, como estresse hídrico e salinidade, na retenção de água pelos tubérculos.

#### 8.1.2.1.2 Determinação da composição centesimal e cor

A composição centesimal e outras características das folhas de ora-pro-nóbis (*Peireskia aculeata* Mill.) e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus* L.) bem como de suas farinhas mistas e padrão farinha de trigo são apresentadas a seguir.

#### **Composição centesimal e cor dos tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata***

A Tabela 4 apresenta a composição centesimal e outras características para os materiais vegetais puros. Verificou-se que a umidade de ambas as farinhas vegetais (drogas vegetais) foi de 11,64 g/100g para *C. esculentus* e 12,85 g/100g para *P. aculeata*, estando dentro dos limites máximos preconizados pela Farmacopeia brasileira (aproximadamente 14,00%) (Anvisa, 2019). Para *C. esculentus* o teor de proteína (2,94 g/100g) está abaixo da faixa de valores (5,04 a 10,20 g/100g) citada por Costa Neto *et al.* (2019) e (3,28 a 8,45 g/100g) citada por Yu *et al.* (2022). De acordo com Adejuyitan *et al.* (2015) e Yu *et al.* (2022), embora o valor proteico dos tubérculos de junça seja baixo (comparativamente a outras fontes vegetais), o consumo destes se mostra viável para portadores de *diabetes mellitus* ou com distúrbios gastrointestinais, considerando os parâmetros funcionais gerais dessa PANC.

Tabela 4 – Composição centesimal e outras características das folhas de ora-pro-nóbis (*Peireskia aculeata* Mill.) e tubérculos de junça (*Cyperus esculentus* L.) em g/100g (%) de material seco

Análises	Material Vegetal (Droga Vegetal)	
	Ora-pro-nóbis ( <i>Peireskia aculeata</i> Mill.)	Junça ( <i>Cyperus esculentus</i> L.)
<b>Proteína</b>	20,10 ± 0,24	2,94 ± 0,41
<b>Umidade</b>	12,85 ± 0,07	11,64 ± 0,65
<b>Lipídios</b>	3,42 ± 0,27	19,27 ± 0,18
<b>Carboidratos totais</b>	36,90 ± 0,38	49,93 ± 0,28
<b>Cinzas</b>	15,92 ± 0,05	2,66 ± 0,05
<b>Fibra bruta</b>	10,82 ± 0,36	13,56 ± 0,34
<b>Energia kcal/100g</b>	258,78	384,91
<b>Colorimetria</b>		
<i>L*</i>	37,33 ± 0,23	73,54 ± 0,29
<i>a*</i>	0,04 ± 0,02	2,09 ± 0,09
<i>b*</i>	11,21 ± 0,16	15,27 ± 0,79

Fonte: A autora.

Dados: (*L\**, *a\**, *b\**) representam os dados de colorimetria onde, *L\** indica a luminosidade ou brilho de uma amostra, *a\** representa a posição entre vermelho e verde, e *b\** representa a posição entre amarelo e azul. (±) erro padrão. Carboidratos = 100 – somatório de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras (Anvisa, 2005). Valor energético = somatório (4 x proteínas + 4 x carboidratos + 9 x lipídios).

Embora o teor de proteína de *C. esculentus* encontrado seja inferior ao de *P. aculeata*, segundo Marx e Kerr (1985), o valor nutritivo de aminoácidos dessa espécie é bastante alto e variado. A proteína da castanha da junça encerra 18 tipos diferentes de aminoácidos, desses 51,07% são essenciais. Isso é maior do que a proteína de soja (27%) e quase tão alto quanto a proteína do ovo (47%) (Owheruo *et al.*, 2023). Sua digestibilidade, segundo Roselló-Soto *et al.* (2018, 2019), é um pouco menor do que a da proteína de soja (86%). Dessa forma, o perfil de aminoácidos e o valor econômico da proteína da junça, é considerado pela literatura científica como sendo de excelente qualidade e valor.

A espécie *P. aculeata* se destaca pelo teor de proteínas elevado (20,10%) em suas folhas, dessa forma, a associação das duas espécies pode fornecer um suprimento adequado desse nutriente. Segundo Porto (2022), os elevados teores de proteína e sais minerais, são importantes para a nutrição. As proteínas de *P. aculeata* apresentam 85% de digestibilidade com elevados valores de aminoácidos essenciais (principalmente lisina, leucina e valina) (Sartor; Mazia, 2012). O teor encontrado nessa pesquisa foi semelhante ao encontrado por Simonetti, Fariña, Simonetti (2021) e Girão *et al.* (2003) que foi de aproximadamente 20g de

proteína/100g e 20,1g/100g, respectivamente. No entanto, foi inferior aos encontrados por Takeiti *et al.* (2009) e Amaral *et al.* (2019), cujo valor foi de 28g/100g.

O conteúdo lipídico de *C. esculentus* encontrado nessa pesquisa foi de 19,27 g/100g, o que é considerável, refletindo-se em seu valor energético mais elevado (384,91 kcal/100g) comparativamente à *P. aculeata* (258,78 kcal/100g). Segundo Costa Neto *et al.* (2019), o conteúdo lipídico da junça é baseado em ácidos graxos monoinsaturados (MUFA) podendo ajudar no controle glicêmico e do colesterol. Esses dados sugerem que *C. esculentus* pode ser uma boa fonte de óleo vegetal para fins alimentícios ou industriais. Comparativamente à soja, *C. esculentus* apresenta um teor de lipídios superior, o que a posiciona como uma promissora cultura oleaginosa emergente, com vasto potencial de crescimento (Zhang *et al.*, 2022).

Os valores lipídicos de *P. aculeata* (3,42 g/100g) estão de acordo com Simonetti, Fariña, Simonetti (2021) e Girão *et al.* (2003) estando dentro do esperado para vegetais folhosos.

Quanto às fibras, ambas as espécies possuem bons teores. Para *C. esculentus* (13,56 g/100g) estão abaixo das concentrações encontradas por Matos, Cavalcanti e Parente (2008), que registrou 25,1 g/100g de celulose bruta na forma de fibras. Mas, estão dentro da faixa descrita por Yu *et al.* (2022), que registraram 8,26 a 15,47 g/100g de fibras. Os teores de fibra bruta encontrados para *P. aculeata* (10,82 g/100g) mostraram-se significativamente inferiores aos valores reportados na literatura, que variaram entre 19 e 34 g/100g (Takeiti *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2023). Essa discrepância levanta a hipótese de que a expressão desse nutriente possa ser influenciada pelo clima semiárido, por variações nas épocas de colheita ou pelo regime de cultivo agroflorestal, o que justifica a necessidade de estudos mais aprofundados.

As fibras ajudam a aliviar problemas digestivos e contribuem para o controle da obesidade (Ihedioha *et al.*, 2019). Sabe-se que alguns componentes das fibras estimulam o crescimento de bactérias benéficas no cólon, caracterizando-se como prebióticos (Araújo *et al.*, 2014), assim a associação de *P. aculeata* e *C. esculentus* pode apresentar potencial para esse fim.

O teor de cinzas detectado na junça cultivada no Ceará (2,66 g/100g) pode ser considerado moderado, apresentando-se maior em relação ao encontrado por Mokady e Dolev (1970) e Alegría-Torán e Farré-Rovira (2003), que encontraram concentrações similares de 1,70g/100g. Segundo Arafat *et al.* (2009), a junça apresenta majoritariamente cálcio, fósforo e sódio. Já o teor de cinzas para *P. aculeata* cultivada no Ceará pode ser considerado elevado

(15,92%) sendo próximo do valor encontrado por Almeida *et al.* (2014) que foi de 14,81%. A ora-pro-nóbis apresenta majoritariamente magnésio, cobre, potássio e cálcio nas suas cinzas (Barreira *et al.*, 2021). Sabe-se que, agronomicamente, os fatores edafoclimáticos e nutricionais podem afetar o teor de minerais em vegetais e que o teor de cinzas totais é um indicativo da quantidade de sais minerais presente na amostra (Lima *et al.*, 2019). Ressalta-se que essa pesquisa não analisou os tipos minerais presentes nas cinzas.

Foi encontrado um total de carboidratos de 36,90% para ora-pro-nóbis e 49,93% para junça, o que é justificável, pois a primeira é folha e o segundo um tubérculo, predispondo inclusive o potencial energético de ambos de 258,78 kcal/100g e 384,91 kcal/100g, respectivamente. Bamigboye *et al.*, (2020) encontraram teor de 47% de carboidratos para junça, bem próximo ao encontrado nesse estudo. Segundo Nogueira Silva *et al.*, (2023), a ora-pro-nóbis tem 31% de carboidratos e nessa pesquisa foi encontrado 36,90%, apontando uma possível influência de fatores externos na expressão dos metabólitos nas folhas dessa espécie.

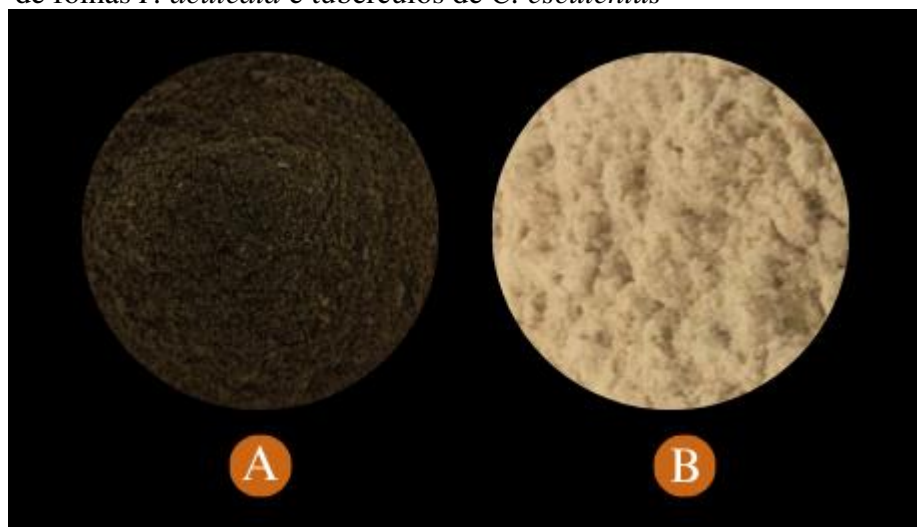
De forma geral, as análises das composições centesimais isoladas de folhas de *P. aculeata* e tubérculos de *C. esculentus* no clima semiárido do Ceará, foram respaldadas pelos diversos estudos citados, confirmando as potencialidades nutricionais das espécies quando cultivadas nessa região, visto que os valores são relativamente parecidos para muitos parâmetros. No entanto, cabe ressaltar a possível influência de fatores externos em *P. aculeata*.

Consoante, as análises confirmaram que essas duas PANC apresentaram teores importantes de proteínas, lipídios, fibras e cinzas, onde a combinação da alta concentração de proteínas em *P. aculeata* associada ao elevado teor de lipídios de *C. esculentus*, corroboram para respaldar parcialmente a hipótese inicial dessa pesquisa sobre os potenciais alimentícios dessas PANC.

Quanto às propriedades colorimétricas, Arena, Ribeiro e Kaminski (2023) encontraram os seguintes valores para a cor da farinha de *P. aculeata*:  $L^* 53,54 \pm 0,17$ ,  $a^* -7,29 \pm 0,07$  e  $b^* 17,41 \pm 0,14$ . Segundo Sommer, Ribeiro e Kaminski (2022) a cor da farinha de OPN é decorrente da presença de clorofila, a qual é suscetível à perda da cor verde e ao desbotamento, dependendo das técnicas empregadas no processamento e armazenamento.

De acordo com valores de  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  descritos na Tabela 5, verifica-se que a junça apresenta um valor de  $L^*$  (luminosidade) muito maior (73,54) que ora-pro-nóbis (37,33), indicando que a farinha dos tubérculos é consideravelmente mais clara que a farinha das folhas, o que pode ser visualizado na Figura 28.

Figura 28 – Fotografias circulares em fundo preto das farinhas puras de folhas *P. aculeata* e tubérculos de *C. esculentus*



Fonte: A autora.

Dados: Em A, visualiza-se a farinha proveniente do processamento das folhas desidratadas de *P. aculeata*. Em B, visualiza-se a farinha proveniente dos tubérculos desidratados de *C. esculentus*.

A (Figura 28 A) mostra a foto da farinha pura preparada com as folhas de ora-pro-nóbis e (Figura 28 B) mostra a foto da farinha pura preparada com tubérculos de junça. Assim, pode-se aferir que a farinha de junça tenderá a interferir menos nos parâmetros de luminosidade de produtos alimentícios a serem preparados.

Verifica-se que ambas as plantas possuem valores de  $a^*$  baixos, porém a junça apresenta um tom mais avermelhado (2,09) (Figura 28 B) e ora-pro-nóbis é quase neutra (0,04) (Figura 28 A). Para  $b^*$  as duas farinhas de PANC apresentam valores positivos, indicando um tom amarelado, onde a junça se apresenta mais intensa (15,27).

#### **Composição centesimal da farinha de trigo padrão e das farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata***

A Instrução Normativa nº 8 de 2005 (Brasil, 2005) especifica que a ‘Farinha de Trigo’ é o produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum* L.) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos e a ‘Farinha de Trigo Adicionada de Outros Vegetais’ é o produto elaborado à base de farinha de trigo adicionado de outros produtos vegetais.

Assim, a Tabela 5 apresenta os valores da análise da composição centesimal para quatro tipos de farinhas: farinha de trigo tipo 1 (FT100%) (utilizada como padrão) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN)

(farinhas adicionadas de outros vegetais), onde as diferenças na composição centesimal se devem à menor ou maior porcentagem de adição das espécies vegetais na mistura dentro do limite de 20%.

Verificou-se que para a umidade, FT100% (Padrão) tem o maior valor (11,67%). As farinhas mistas OPNjun (10,51%) e OPNJUN (10,46%) não diferem entre si, mas são diferentes de FT100% e de opnJUN (10,25%), que apresentou a menor umidade. A RDC n° 711/2022 e a IN n° 08/2005 estabelecem que para farinhas de cereais o limite máximo de umidade é 15g/100g (15%). Assim, todas as farinhas se encontram dentro do limite estabelecido pela legislação.

Tabela 5 – Composição centesimal das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) em g/100g (%) de material seco

Análises	Tipos de Farinhas			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<b>Proteína</b>	9,99 ± 0,31 <sup>c</sup>	11,39 ± 0,37 <sup>a</sup>	10,37 ± 0,31 <sup>b</sup>	9,44 ± 0,33 <sup>d</sup>
<b>Umidade</b>	11,67 ± 0,05 <sup>a</sup>	10,51 ± 0,07 <sup>b</sup>	10,46 ± 0,07 <sup>b</sup>	10,25 ± 0,10 <sup>c</sup>
<b>Lipídios</b>	0,88 ± 0,23 <sup>c</sup>	2,17 ± 0,48 <sup>b</sup>	2,19 ± 0,36 <sup>b</sup>	2,90 ± 0,33 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos totais</b>	76,58 ± 0,40 <sup>a</sup>	72,52 ± 0,40 <sup>d</sup>	73,65 ± 0,42 <sup>c</sup>	75,47 ± 0,36 <sup>b</sup>
<b>Cinzas</b>	0,47 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,70 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,81 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,91 ± 0,05 <sup>b</sup>
<b>Fibra bruta</b>	0,42 ± 0,36 <sup>d</sup>	1,72 ± 0,22 <sup>a</sup>	1,52 ± 0,27 <sup>b</sup>	1,03 ± 0,28 <sup>c</sup>
<b>Energia kcal/100g</b>	355,59	342,75	341,83	350,94

Fonte: A autora.

Dados: Considere as três farinhas mistas preparadas pela adição de folhas desidratadas de *P. aculeata* (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *C. esculentus* (JUN) e farinha de trigo 100% (FT) nas seguintes proporções: OPNjun [80%FT + 20% PANC (75%OPN + 15%jun)]; OPNJUN [80%FT + 20% PANC (50%OPN + 50%JUN)]; opnJUN [80%FT + 20% PANC (15%opn + 75%JUN)]; Para efeitos de limites de adição, considerou-se uma adição máxima de 20% das misturas das farinhas das PANC na farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros, M. (2020). As concentrações dessas farinhas nos 20% de adição foram definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) conforme proposto por Hariadi *et al.* (2024) e Montgomery (2009). (±) erro padrão; Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Carboidratos = 100 – somatório de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras (Anvisa, 2005). Valor energético = somatório (4 x proteínas + 4 x carboidratos + 9 x lipídios). \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Quanto ao teor proteico, os grupos diferiram significativamente. As farinhas mistas OPNjun e OPNJUN tiveram um acréscimo em relação ao padrão FT 100% (9,99%), evidenciando um enriquecimento nesse nutriente e a farinha mista opnJUN apresentou um leve decréscimo em relação ao padrão FT 100%. Evidencia-se que o aporte proteico nas



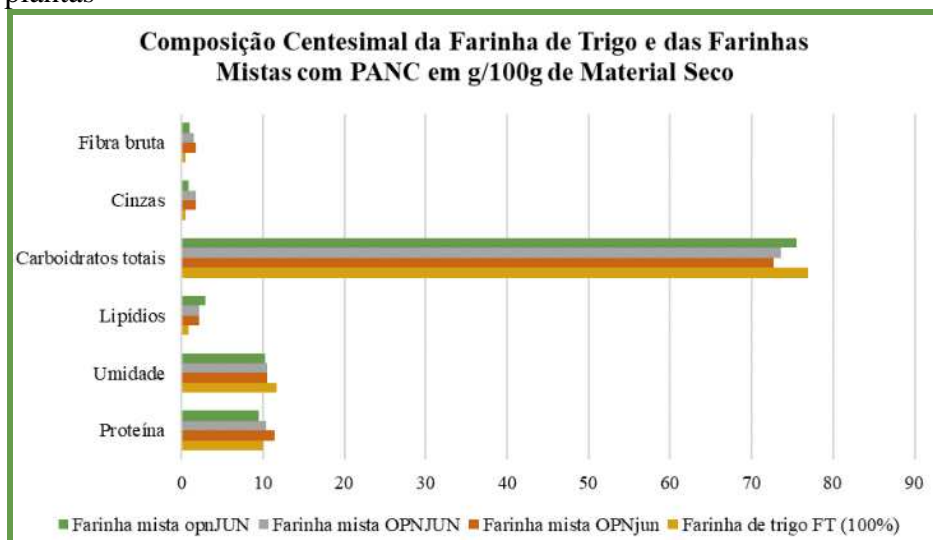
farinhas mistas parece estar relacionado a *P. aculeata*, pois a farinha mista OPNjun foi a que apresentou o maior teor de proteínas (11,39%). De acordo com Martinevski *et al.* (2013) *P. aculeata* contribui para o aporte proteico de produtos de panificação.

Já em relação aos lipídios, a farinha mista opnJUN se destacou com o maior teor (2,90%) quando comparada com o padrão FT (0,88%). As farinhas mistas OPNjun e OPNJUN apresentaram teores semelhantes de lipídios (2,17% e 2,19% respectivamente) que, embora menores que opnJUN, ainda são mais que o dobro de FT 100%. Esses dados evidenciam que o aporte lipídico das farinhas mistas provém majoritariamente dos tubérculos de *C. esculentus* (JUN). Além disso, opnJUN também apresentou o maior valor energético (350,94kcal/100g), o que pode ser relacionado ao teor de lipídios, podendo ser aproveitada para produtos alimentícios diferenciados. Infere-se também que o uso de farinha de junça possa contribuir para diminuir a quantidade de gorduras usadas em produtos elaborados com esse ingrediente. Quanto aos carboidratos totais, todas as farinhas diferiram significativamente entre si.

Quanto ao teor de cinzas, as farinhas mistas OPNjun e OPNJUN apresentaram os maiores teores e não diferiram entre si estatisticamente. Ambas apresentam maiores valores que opnJUN, que também é maior que FT100%. Quanto ao teor de fibras, todas as farinhas diferiram significativamente entre si. Consoante, depreende-se ainda que, provavelmente, *P. aculeata* esteja mais implicada nesses aspectos.

O Gráfico 4 traz uma representação visual das diferenças ocasionadas na composição centesimal da farinha de trigo (FT 100%) quando as PANC são adicionadas, enfatizando proteínas, umidade, lipídios, cinzas e fibra bruta.

Gráfico 4 - Representação visual das diferenças ocasionadas na composição centesimal (proteínas, umidade, lipídios, cinzas e fibra bruta) da farinha de trigo (FT 100%) a partir da adição de 20% de farinhas de plantas



Fonte: A autora.

Dados: Considere as três farinhas mistas preparadas pela adição de folhas desidratadas de *P. aculeata* (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *C. esculentus* (JUN) e farinha de trigo 100% (FT) nas seguintes proporções: OPNjun [80%FT + 20% PANC (75%OPN + 15%jun)]; OPNJUN [80%FT + 20% PANC (50%OPN + 50%JUN)]; opnJUN [80%FT + 20% PANC (15%opn + 75%JUN)]; Para efeitos de limites de adição, considerou-se uma adição máxima de 20% das misturas das farinhas das PANC na farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros, M. (2020).

Observa-se que a adição de 20% de PANC à farinha de trigo ocasiona, em geral, um aumento de proteínas, lipídios, cinzas e fibra bruta, portanto há um considerável aumento do aporte nutricional, diferindo apenas para umidade, onde há uma queda. De acordo com Silva (2024) e Gutkoski *et al.* (2007), a umidade é um fator crítico na qualidade de uma farinha, pois influencia diretamente suas propriedades nutricionais, sensoriais e tecnológicas, ou seja, as farinhas mistas ou farinhas de trigo adicionadas de outros vegetais deverão ter uma umidade baixa o suficiente para permitir uma boa conservação, mas ao mesmo tempo, deverão ter umidade suficiente que permita a elaboração de produtos.

### **Análise colorimétrica da farinha de trigo padrão e das farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata***

No que diz respeito à colorimetria, a adição das PANC à farinha de trigo modificou completamente os parâmetros colorimétricos de luminosidade ( $L^*$ ), coordenada de cromaticidade  $a^*$  e coordenada de cromaticidade  $b^*$ , entre as farinhas conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Análise colorimétrica das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN) em g/100g (%) de material seco

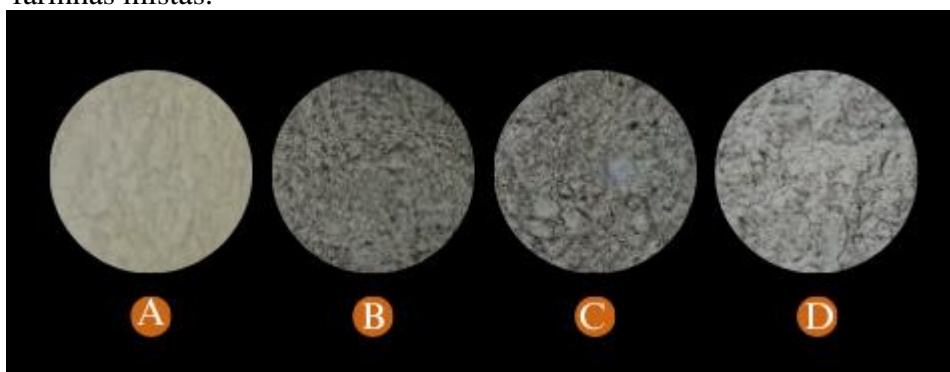
Análises	Tipos de Farinhas			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<i>L*</i>	91,81 ± 0,01 <sup>a</sup>	65,66 ± 0,18 <sup>d</sup>	69,30 ± 0,47 <sup>c</sup>	74,90 ± 0,29 <sup>b</sup>
<i>a*</i>	1,45 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,94 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,90 ± 0,11 <sup>d</sup>	1,14 ± 0,03 <sup>b</sup>
<i>b*</i>	9,87 ± 0,08 <sup>a</sup>	8,63 ± 0,10 <sup>b</sup>	7,89 ± 0,32 <sup>d</sup>	8,21 ± 0,14 <sup>c</sup>

Fonte: A autora.

Dados: Considere as três farinhas mistas preparadas pela adição de folhas desidratadas de *P. aculeata* (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *C. esculentus* (JUN) e farinha de trigo 100% (FT) nas seguintes proporções: OPNjun [80%FT + 20% PANC (75%OPN + 15%jun)]; OPNJUN [80%FT + 20% PANC (50%OPN + 50%JUN)]; opnJUN [80%FT + 20% PANC (15%opn + 75%JUN)]; Para efeitos de limites de adição, considerou-se uma adição máxima de 20% das misturas das farinhas das PANC na farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros, M. (2020). (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para controle foi utilizada farinha de trigo 100% (FT); (*L\**, *a\**, *b\**) representam os dados de colorimetria onde, *L\** indica a luminosidade ou brilho de uma amostra, *a\** representa a posição entre vermelho e verde, e *b\** representa a posição entre amarelo e azul; (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma coluna = diferença estatística significativa no teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A farinha de trigo apresentou o maior valor de luminosidade (*L\**), indicando que a adição de farinhas de PANC, nesse caso, *P. aculeata* e *C. esculentus*, provoca o escurecimento do Padrão FT, o que pode ser observado na Figura 29.

Figura 29 – Recortes de fotografias circulares em fundo preto evidenciando as cores e as texturas da farinha de trigo (FT100%) e das farinhas mistas.



Fotos: A autora.

Dados: (A) Farinha de trigo tipo 1 (FT100%); (B) OPNjun [80%FT + 20% PANC (75%OPN + 15%jun)]; (C) OPNJUN [80%FT + 20% PANC (50%OPN + 50%JUN)]; (D) opnJUN [80%FT + 20% PANC (15%opn + 75%JUN)].

A farinha OPNjun apresentou o valor de *L\** (65,66) mais baixo de todos, diferindo substancialmente do valor de *L\** do padrão FT. A cor da farinha é influenciada principalmente pelo teor de carotenoides, proteínas, fibras e pela presença de impurezas durante a moagem

(Silva, 2024). A diminuição dos parâmetros colorimétricos das farinhas mistas em relação à farinha de trigo pode afetar a aparência dos produtos a serem desenvolvidos e, consequentemente, a aceitação do consumidor. De acordo com Lee (2010) a incorporação de até 3% de farinha de trigo sarraceno na formulação de pães de farinha de trigo branca influenciou a aceitabilidade dos consumidores em relação a cor e elasticidade. Nesse sentido, a adição de OPN parece estar fortemente correlacionada ao escurecimento das farinhas mistas, visto que o valor de  $L^*$  encontrado para a farinha pura dessa PANC foi de 37,33, o que é considerado baixo em relação ao  $L^*$  de FT100% (91,81) e *C. esculentus* (JUN) (73,54).

Ao analisar  $a^*$ , que representa a posição entre vermelho e verde, a farinha mista OPNJUN (0,90) foi a que mais se distanciou do padrão (1,45), apresentando tonalidade vermelha menos intensa que FT100%, enquanto opnJUN (1,14) foi a que mais se aproximou do padrão, ou seja, tendenciou mais para o vermelho. Para  $b^*$ , que representa a posição entre amarelo e azul, a farinha mista OPNJUN (7,89) foi a que mais se distanciou do padrão (9,87), enquanto OPNjun (8,63) foi a que mais se aproximou. O padrão farinha de trigo apresenta uma tonalidade mais amarela e OPNJUN tendenciou mais para o azul.

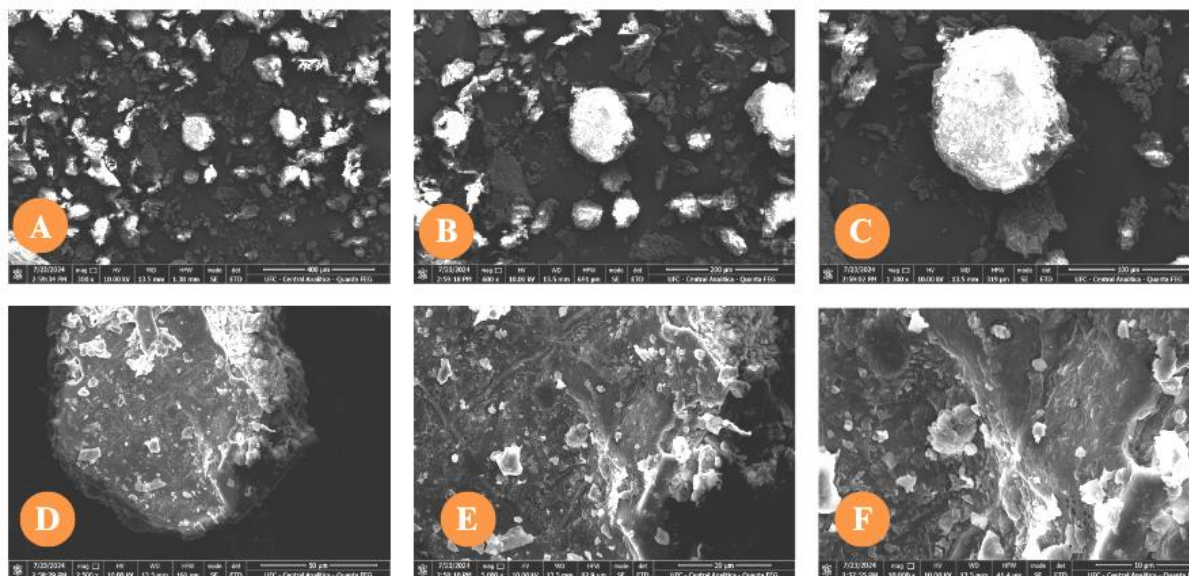
#### 8.1.2.1.3 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A MEV é caracterizada como um experimento de extrema importância quando o foco é a qualidade da matéria-prima (Saath *et al.*, 2010; Dedavid; Gomes; Machado, 2007). Com vistas a estabelecer parâmetros que possibilitem averiguar o perfil das matérias-primas utilizadas nessa pesquisa, foram realizadas eletromicrografias usando uma tensão de 10.00 kV com ampliações de 300x, 600x, 1.300x, 2.500x, 5.000x e 10.000x para farinha de folhas de *P. aculeata*, farinha de tubérculos de *C. esculentus*, farinha de trigo (FTpadrão), farinhas mistas (OPNjun, OPNJUN e opnJUN) e biscoitos. Para análise da fécula de *C. esculentus* foram utilizadas as ampliações 1000x e 5000x.

#### **Fotomicrografia farinha das folhas de *P. aculeata***

Na Figura 30 são mostradas as microestruturas em diversos aumentos das folhas desidratadas de *P. aculeata*. Observa-se partículas com variedade de formas e tamanhos, distribuídas de forma irregular, o que caracteriza uma granulometria grossa para essa farinha, evidenciando que o processamento não resultou em partículas uniformes.

Figura 30 – Eletromicrografia de varredura da farinha da folha de *Pereskia aculeata* Mill. desidratada em estufa de recirculação de ar a 45°C



Microscopia eletrônica de varredura (MEV)  
Farinha Folhas de *P. aculeata*

Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

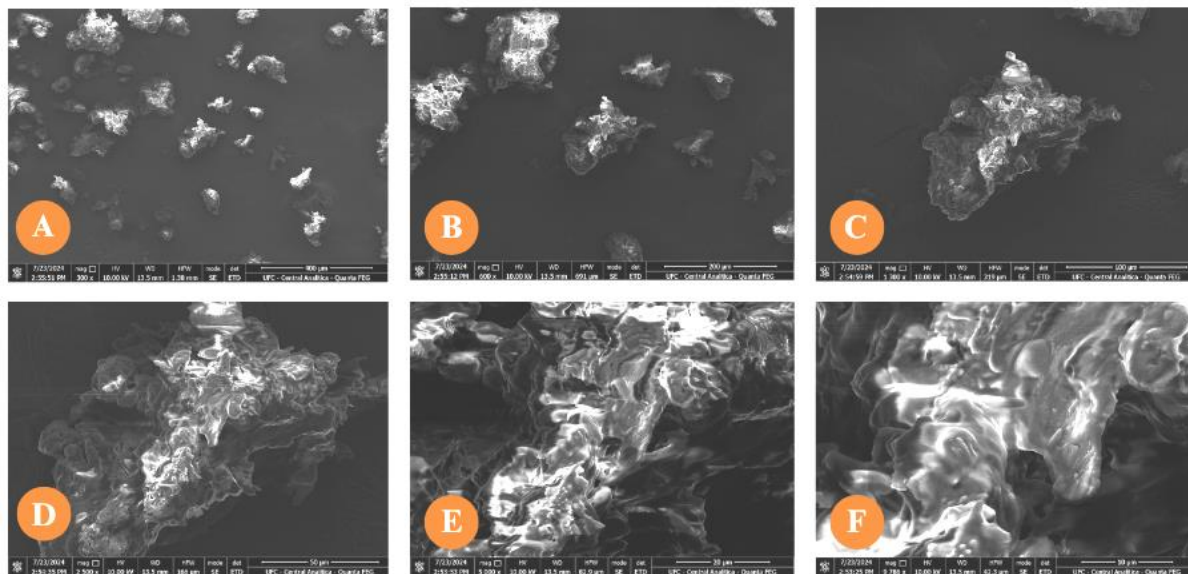
Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 µm (B) = 600x e barra de escala de 200 µm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 µm, D = 2.500x e barra de escala de 50 µm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20µm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10µm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

A textura parece ser rugosa e fibrosa (Figura 30 D-F), o que pode indicar a presença de fibras vegetais, característico da ora-pro-nóbis. Para as folhas, a literatura em geral atribui entre 19 e 34 g/100g de fibras (Takeiti *et al.*, 2009; Almeida *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2023). O teor de fibra bruta evidenciado neste estudo foi de 10,86 g/100g (Tabela 5).

### **Fotomicrografia farinha de tubérculos de *C. esculentus***

A Figura 31 exibe as microestruturas do rizoma desidratado de *C. esculentus* em diversas ampliações, com as partículas distribuídas de forma irregular nas imagens, com variedade de formas e tamanhos, com detalhe para a presença de amido, característico dessa parte do vegetal.

Figura 31 - Eletromicrografia de varredura de farinha dos tubérculos de *Cyperus esculentus* L. desidratada em estufa de recirculação de ar a 45°C



Microscopia eletrônica de varredura (MEV)  
Farinha dos Tubérculos *C. esculentus*

Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 µm (B) = 600x e barra de escala de 200 µm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 µm, D = 2.500x e barra de escala de 50 µm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20 µm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10 µm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

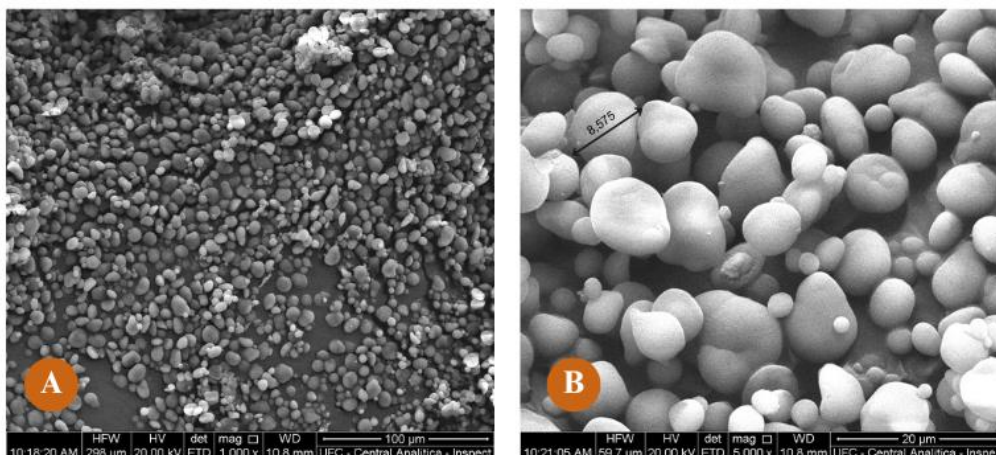
Na Figura 31 (A-C) é possível observar algumas partículas arredondadas. Na Figura 31 (D-F), em D se vê um aglomerado com forma mais definida e em E e F aglomerados mais irregulares indicando a presença de fibras. A observação da farinha dos tubérculos de *C. esculentus* em MEV permitiu verificar indícios de partículas arredondadas e com superfície lisa, que podem ser os grânulos de amido, Figura 31 (A-C), e aglomerados em (D-F). De acordo com Lü *et al.* (2022) os grânulos de amido da espécie apresentam superfície mais lisa do que outros amidos e faixa de tamanho de 2~15 µm, ou seja, nível médio e pequeno.

### **Fotomicrografia da fécula de *C. esculentus***

A Figura 32 exibe as micrografias de MEV da fécula extraída do tubérculo de *C. esculentus*.



Figura 32 - Micrografias de MEV da fécula extraída do tubérculo de *C. esculentus*



Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora e de Marcos Venânces Leão).  
 Dados: A tensão do MEV foi de 20.00 kV. Ampliações de (A) = 1.000x; Barra de escala de 100 µm (B) = 5.000x; Barra de escala de 20 µm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

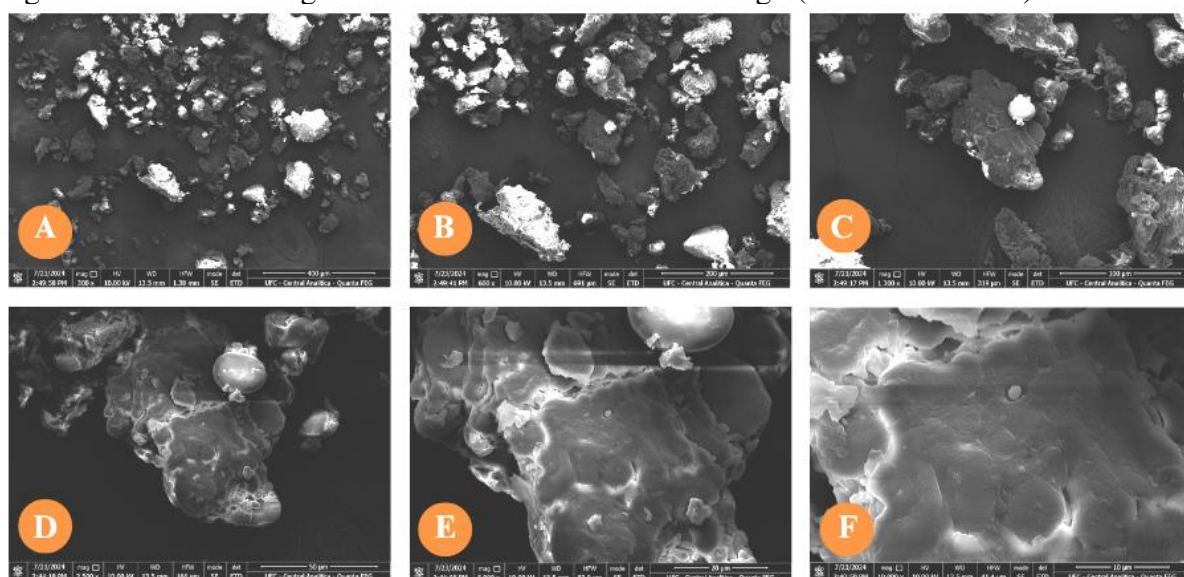
As micrografias confirmam a presença de grânulos de amido na fécula extraída dos tubérculos de *C. esculentus*, evidenciando variação do tamanho dos grânulos e morfologia irregular. Verificou-se que os grânulos de amido, produzidos a partir do cultivo da planta no Ceará, apresentaram formas circulares e ovóides com diâmetros inferiores a 10µm, conforme os pesquisadores (Builders *et al.*, 2013; Fathoni *et al.*, 2020; Yu *et al.*, 2022), que caracterizaram os grânulos de amido de *C. esculentus*, com tamanho variando de 2~15 µm (médio e pequeno), superfície mais lisa do que outros amidos, formato oval, higroscópicos e adesivos, com propriedades de textura em gel superiores aos amidos de milho e batata doce.

De acordo com Yu *et al.* (2022), o amido de *C. esculentus* é um pó branco, brilhante, inodoro, com sabor suave/quente e textura suave, possuindo um alto teor de amilopectina com bons efeitos de espessamento e ligação.

### **Fotomicrografia farinha de trigo padrão**

Na Figura 33 se tem a farinha de trigo padrão (FT 100%), onde é possível observar os grânulos de amido bem presentes e distribuídos.

Figura 33 - Eletromicrografia de varredura da farinha de trigo (Padrão FT 100%)



Scanning electron microscopy  
Flour FT 100%

Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400  $\mu\text{m}$  (B) = 600x e barra de escala de 200  $\mu\text{m}$  (C) = 1.300x e barra de escala de 100  $\mu\text{m}$ , D = 2.500x e barra de escala de 50  $\mu\text{m}$ ; (E) = 5.000x e barra de escala de 20  $\mu\text{m}$ ; (F) = 10.000x e barra de escala de 10  $\mu\text{m}$ . Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

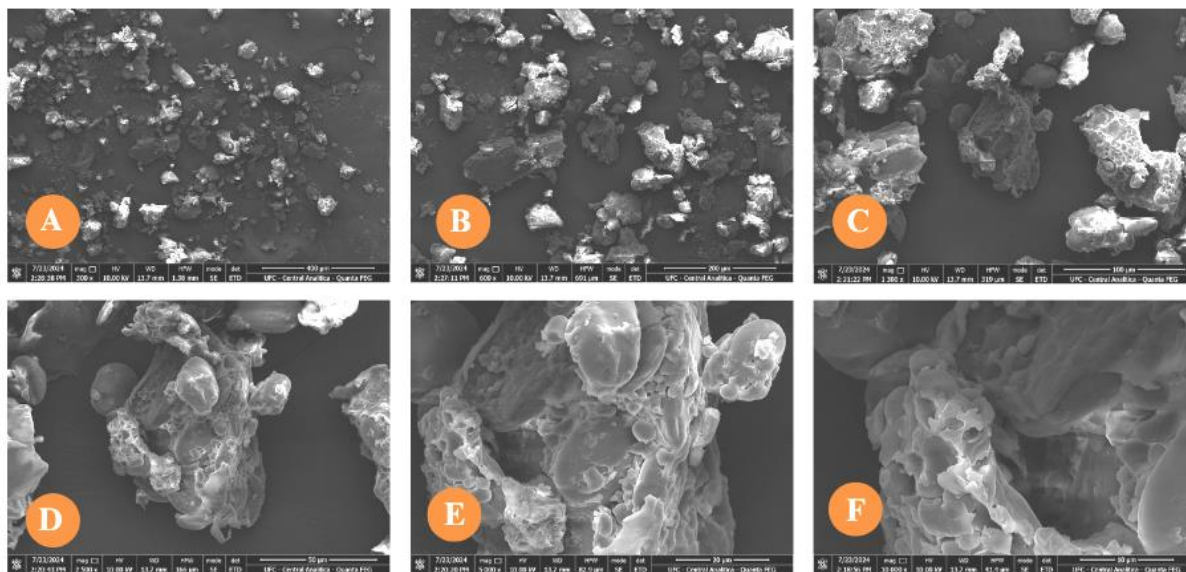
É possível verificar algumas partículas com formas mais arredondadas e outras, irregulares (Figura 33 A-B). Já em D-E-F se observa a presença de aglomerados que podem indicar a presença de grânulos de amido em D, principalmente.

### **Fotomicrografias farinha mistas OPNjun, OPNJUN e opnJUN**

A Figura 34 evidencia a eletromicrografia mostrando a morfologia da farinha mista OPNjun em diversos aumentos.



Figura 34 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista OPNjun



Microscopia eletrônica de varredura (MEV)  
Farinha OPNjun

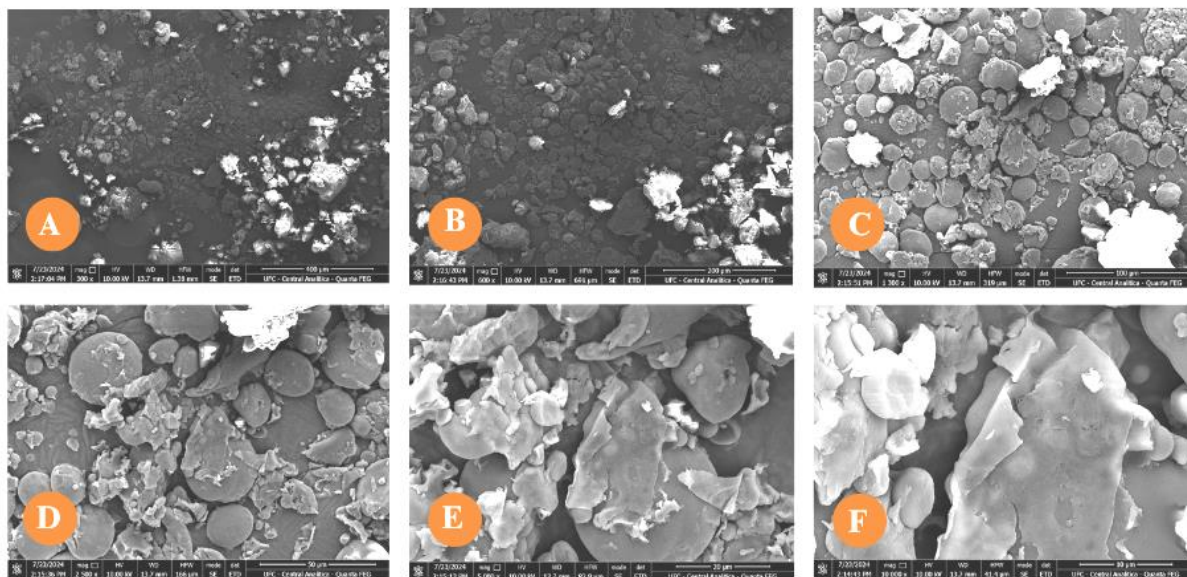
Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 μm (B) = 600x e barra de escala de 200 μm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 μm, D = 2.500x e barra de escala de 50 μm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20 μm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10 μm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

Em A, B e C se vê partículas com tamanhos e formas irregulares, sendo que a distribuição das partículas se apresenta uniforme, mas a textura parece ser áspera e heterogênea. Quando se amplia, em D, E e F, os detalhes da estrutura das partículas mostra superfícies irregulares e porosas, com cavidades e fraturas, indicando uma estrutura complexa, com agregados formados por aglomeração. Esses aspectos da estrutura das partículas (superfícies irregulares e porosas) podem influenciar na absorção de água e óleo da farinha, podendo ajudar na retenção de umidade em produtos de panificação, dentre outros.

A Figura 35 evidencia a eletromicrografia mostrando a morfologia da farinha mista OPNJUN em diversos aumentos.

Figura 35 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista OPNJUN



Microscopia eletrônica de varredura (MEV)  
Farinha OPNJUN

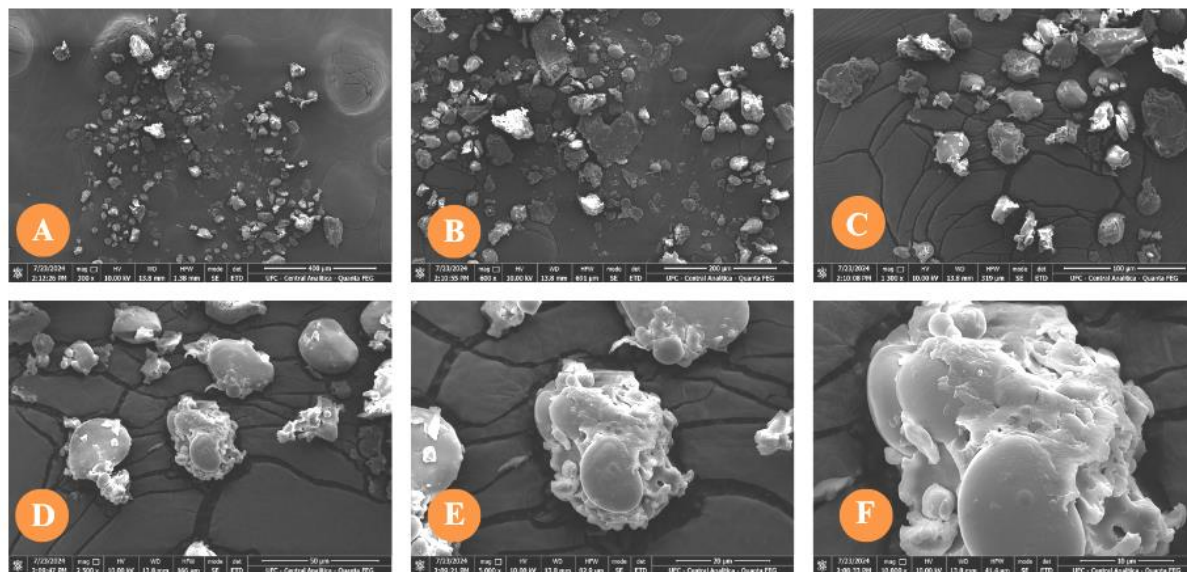
Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 µm (B) = 600x e barra de escala de 200 µm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 µm, D = 2.500x e barra de escala de 50 µm; (E) = 5.000x e e barra de escala de 20µm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10µm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

Na Figura 35, em A, B e C se vê partículas com tamanhos e formas irregulares, sendo que a distribuição das partículas se apresenta uniforme, com aglomerados ocasionais, diferindo um pouco de OPNjun (Figura 35 A-C) cuja textura parece ser áspera. Nota-se algumas partículas mais claras e outras mais escuras, o que sugere diversos componentes na mistura, fato que é verdadeiro, já que se trata de uma farinha mista (três componentes). Em C os grânulos de amido ficam bem evidentes na mistura. Quando se amplia, em D, E e F, os detalhes da estrutura das partículas mostra superfícies irregulares e porosas, com cavidades e fraturas, indicando uma estrutura complexa, com agregados formados por aglomeração. Esses aspectos da estrutura das partículas (superfícies irregulares e porosas) podem influenciar na absorção de água e óleo da farinha, podendo ajudar na retenção de umidade em produtos de panificação, dentre outros.

A Figura 36 evidencia a eletromicrografia mostrando a morfologia da farinha mista opnJUN em diversos aumentos.

Figura 36 - Eletromicrografia de varredura da farinha mista opnJUN



Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Farinha opnJUN

Fonte: Adaptado de Central Analítica da UFC (acervo da autora).

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 μm (B) = 600x e barra de escala de 200 μm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 μm, D = 2.500x e barra de escala de 50 μm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20 μm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10 μm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

Em A, B e C se vê aglomerados de partículas com tamanhos variados, mas não se consegue distinguir as partículas que compõem as diferentes farinhas. Quando se amplia, em D, E e F, os detalhes da estrutura das partículas mostra superfícies irregulares e rugosas, características de folhas de OPN e de tubérculos de JUN. Em F a estrutura tem aparência de grânulos de amido com variações de tamanhos e estruturas, com cavidades e fraturas, indicando uma estrutura complexa, com aglomeração. Esses aspectos podem influenciar na absorção de água e óleo da farinha, podendo ajudar na retenção de umidade em produtos de panificação, dentre outros.

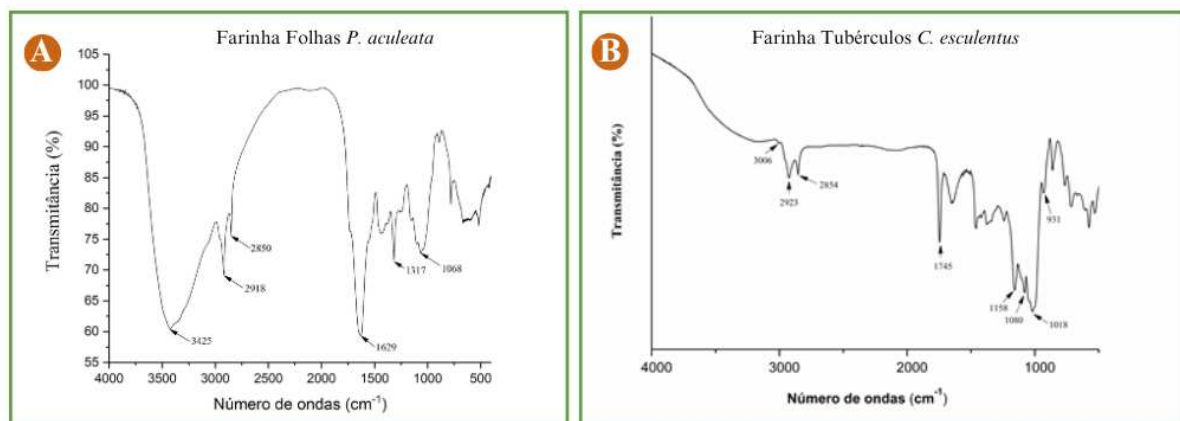
#### 8.1.2.1.4 Espectroscopia Infravermelha de Transformada Fourier (FTIR)

A Espectrofotometria no Infravermelho Médio com Transformada de Fourier (Fourier Transform Infrared (FTIR)) foi realizada conforme a Farmacopeia Brasileira (Anvisa, 2019), onde a região compreendida entre 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$  (infravermelho médio) é a mais empregada para fins de identificação de substâncias com diferenças proximais. A técnica se baseia no princípio de que “[...] as moléculas, quando absorvem radiação no infravermelho são excitadas para atingir um estado de maior energia [...] que engloba frequências

vibracionais de estiramento e dobramento das ligações” (Pavia *et al.*, 2010, p. 17).

A Figura 37 A-B mostra as FTIRs das farinhas das folhas de *P. aculeata* (OPN) e dos tubérculos de *C. esculentus* (JUN).

Figura 37 – Espectros de infravermelho de farinhas de folhas de *P. aculeata* e farinha de tubérculos de *C. esculentus* na região 4000 a 500  $\text{cm}^{-1}$ .



Fonte: Laboratório de Química da Universidade de Fortaleza (Unifor) (acervo da autora).

Em 37 A o espectro da farinha das folhas de *P. aculeata* evidencia a presença de picos em faixas de comprimento de 3425 a 500  $\text{cm}^{-1}$ , onde a região de 3425  $\text{cm}^{-1}$  apresenta banda larga e intensa, que é indicativa da presença de grupos hidroxila (-OH) (Pavia *et al.*, 2010), ou seja, sugere a presença de álcoois (-OH) (que podem estar relacionados aos polissacarídeos), fenóis (que podem estar relacionados à lignina) e ácidos carboxílicos (-COOH) (que podem estar relacionados à pectina – ácido galacturônico). Esses achados reafirmam os dados encontrados na análise botânica micromorfológica da folha, onde pôde-se confirmar a presença de celulose, lignina, bem como outros polissacarídeos na parede celular da planta. Na região de 2918  $\text{cm}^{-1}$  e 2850  $\text{cm}^{-1}$  há indicação de estiramento de  $\text{CH}_2$ , CH (alcanos e outros compostos orgânicos), sugerindo provável presença de proteínas e lipídios. Em 1517  $\text{cm}^{-1}$  se vê relação com alongamento ( $\text{C}=\text{C}$ ) em anéis aromáticos ou dobramento (N-H) de amidas. A região 1629  $\text{cm}^{-1}$  pode ser atribuída a estiramento de  $\text{C}=\text{C}$  em anéis aromáticos e alcenos, além de provável estiramento de  $\text{C}=\text{O}$  em sistemas conjugados, sugerindo haver lignina e outros compostos fenólicos. A região de 1317  $\text{cm}^{-1}$  e 1068  $\text{cm}^{-1}$  são características de ligações C-O, presentes em álcoois, ésteres e ácidos carboxílicos, podendo indicar a presença de polissacarídeos e outros compostos contendo ligações C-O. De acordo com Lucca (2017) as absorções na região de 800 a 1200  $\text{cm}^{-1}$  se constituem em uma espécie de impressão digital de um polissacarídeo, o que é característico dessa espécie vegetal.

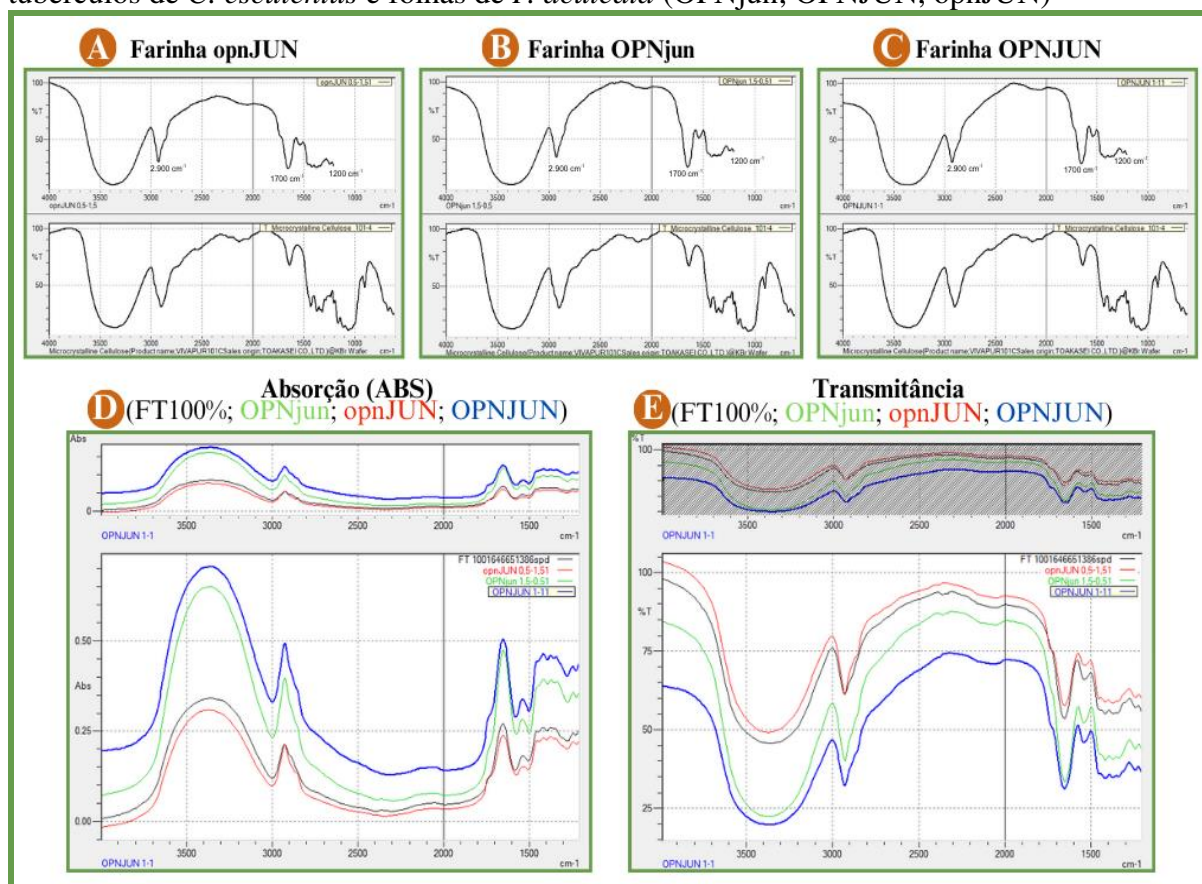
Em 37 B se pode visualizar a FTIR para *C. esculentus*. Verificou-se que as bandas

na região de  $3006\text{ cm}^{-1}$  correspondem ao estiramento axial que indica presença de C=C-H, alkenos; em  $2923\text{ cm}^{-1}$  se apresenta estiramento axial que indica a presença de  $\text{CH}_2$ ,  $\text{CH}_3$  alquila. Em  $1745\text{ cm}^{-1}$  há indicação de estiramento da carbonila (C=O), característicos de ésteres, ácidos carboxílicos e cetonas.; as bandas  $1158\text{ cm}^{-1}$ ,  $1080\text{ cm}^{-1}$ ,  $1018\text{ cm}^{-1}$  e  $931\text{ cm}^{-1}$  apresentam deformação angular indicando presença de alkenos. Os conteúdos de ácidos graxos em *C. esculentus* são consideráveis, especialmente ácido oleico e ácido linoleico, incluindo os glicerídeos dos ácidos caprílico, cáprico palmítico, oleico e araquidônico, com predominância dos três últimos (Zhang *et al.*, 2022; Matos; Cavalcanti; Parente, 2008). Além disso, os tubérculos possuem alto teor de fibras, proteínas (sendo uma boa fonte de aminoácidos totais, com perfil dominado por ácido aspártico seguido de ácido glutâmico, leucina, alanina e arginina) e açúcares, além de serem ricos em ácido oleico e glicose, assim como em fósforo, potássio, vitaminas C e E (Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012; Arafat *et al.*, 2009). As bandas na região de  $1200$  a  $1000\text{ cm}^{-1}$  são consideradas bandas características do amido, de maneira geral, e são atribuídas a vibrações de deformação axial de C-O em álcoois e a vibrações de deformação axial do sistema O-C-O (Costa Neto *et al.*, 2017).

A Figura 38 mostra os espectros de FTIR das farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN), bem como, os espectros de FTIR sobrepostos das farinhas de trigo padrão (FT100%) (em preto) e farinhas mistas OPNjun (em verde); OPNJUN (em azul), opnJUN (em vermelho). Optou-se por verificar preferencialmente a ocorrência de amido e compostos fenólicos nas farinhas, bem como evidenciar semelhanças na composição.



Figura 38 – Infravermelhos de farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN)



Fonte: Laboratório de Química da Universidade de Fortaleza (Unifor) (acervo da autora).

Em 3700-3200  $\text{cm}^{-1}$  há bandas que podem indicar a presença de -OH em fenóis, amidos ou ácidos graxos. Em 1750-1700  $\text{cm}^{-1}$  as bandas sugerem presença de ácidos graxos (C=O). Em 1700-1600  $\text{cm}^{-1}$  e 1570-1480  $\text{cm}^{-1}$  há provável presença de ligações peptídicas. Em 1610-1450  $\text{cm}^{-1}$  indicativo de anéis aromáticos (compostos fenólicos). As regiões 1150-959  $\text{cm}^{-1}$  e 1300-1000  $\text{cm}^{-1}$  ligações amidos (C-O-C) e (C-O) fenóis, ácidos graxos). Nas bandas 3000-2800  $\text{cm}^{-1}$  cadeias hidrocarbônicas longas sugerindo ácidos graxos.

A análise dos espectros revelou perfis similares entre as amostras e maiores valores de absorbância na região em torno de 1200  $\text{cm}^{-1}$  a 3400  $\text{cm}^{-1}$ . A análise dos gráficos de espectroscopia FTIR (Figura 38 A-E) das farinhas mistas e FT 100% revelou a possível presença de amido e compostos fenólicos em todas as amostras, conforme indicado pelos picos característicos.

O amido exhibe picos característicos na região de 1000-1200  $\text{cm}^{-1}$ , relacionado às vibrações das ligações C-O e C-C presentes nos carboidratos (Costa Neto *et al.*, 2017). Para compostos fenólicos, há picos em torno de 1600  $\text{cm}^{-1}$  e 3400  $\text{cm}^{-1}$  sugerindo possível presença de compostos fenólicos, com o pico em 1600  $\text{cm}^{-1}$  relacionado às vibrações de anéis

aromáticos (C=C) e o pico em  $3400\text{ cm}^{-1}$  indicando grupos hidroxila (O-H). O pico em  $3300\text{ cm}^{-1}$  é geralmente associado às ligações O-H ou N-H, que são típicas de moléculas como álcoois, fenóis, aminas e água, indicando que tais grupos funcionais estão presentes (Santos, 2006).

A intensidade dos picos varia de acordo com a concentração desses componentes nas amostras. A sobreposição dos gráficos (Figura 38 D-E) pode indicar semelhança na composição química entre as amostras (Souza *et al.*, 2017). Observa-se que a farinha de trigo e a farinha mista opnJUN apresentam mais semelhanças, o mesmo ocorrendo para OPNjun e OPNJUN que ficam mais agrupadas.

A intensidade dos picos variou nas amostras, refletindo diferentes concentrações de compostos. Observou-se uma maior semelhança entre a farinha de trigo e a farinha mista opnJUN, e um agrupamento distinto para OPNjun e OPNJUN, sugerindo composições químicas mais similares entre esses dois últimos.

#### 8.1.2.1.5 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) de folhas de *Pereskia aculeata* Mill.

A curva de linearidade apresentou um coeficiente de correlação linear positivo para o ácido cafeico ( $R^2 = 0,9986$ ) e para a rutina ( $R^2 = 0,9443$ ) o que indica um bom ajuste do modelo proposto neste estudo (conforme Tabela 7, Tabela 8 e Gráfico 5). Esses resultados são similares e compatíveis com os achados obtidos por Cruz *et al.* (2024) para compostos flavônicos de *P. aculeata*.

Tabela 7 – Dados da curva analítica da rutina

Concentração de Rutina (mg/mL)	Área			S	% CV
	Injeção 1	Injeção 2	Injeção 3		
0,1	15,6105441	10,85166667	19,43783757	3,512	0.230
0,25	62,44222645	48,7362677	55,78637893	5.59	0.101
0,5	79,13402335	90,34309167	88,147159	4.84	0.056
0,75	193,3408538	130,3145476	165,13266	25.77	0.158
1	256,8769407	281,72951	319,0858	25.56	0.089

Fonte: A autora.

Legenda: S: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação.

Tabela 8 – Dados da curva analítica do ácido cafeíco

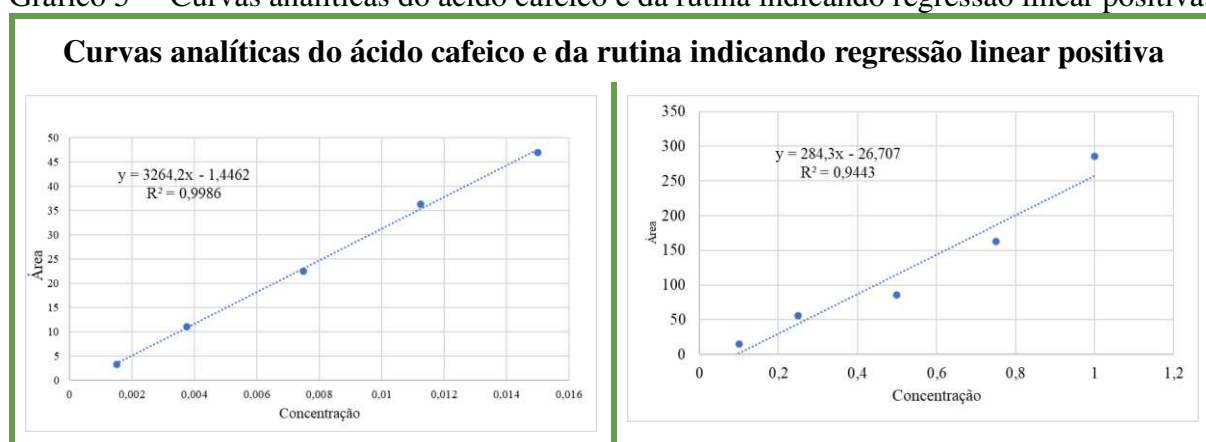
Concentração de ácido cafeíco (mg/mL)	Área			S	% CV
	Injeção 1	Injeção 2	Injeção 3		
0,0015	3,4208600	3,204610581	3,183399079	0,11	0,033
0,00375	11,3485970	10,99108885	10,76351361	0,24	0,022
0,0075	22,342489	20,78102828	24,33092492	1,45	0,065
0,01125	32,371949	40,237573	36,3047828	3,21	0,088
0,015	46,1171886	51,0959844	43,718339	3,07	0,065

Fonte: A autora.

Legenda: S: Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação.

No Gráfico 5 é possível verificar que o tempo de retenção da rutina foi de aproximadamente 15 minutos, enquanto o do ácido cafeico ocorreu em torno de 14 minutos.

Gráfico 5 – Curvas analíticas do ácido cafeico e da rutina indicando regressão linear positiva.



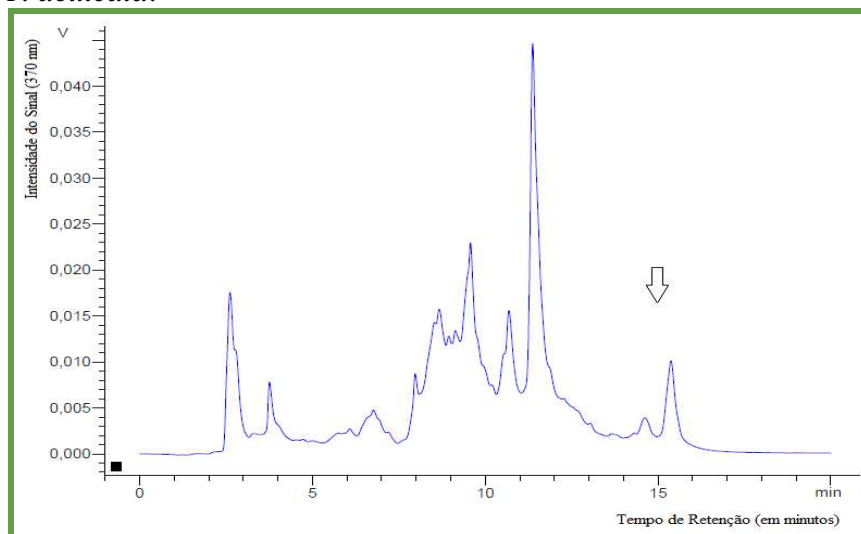
Fonte: A autora.

Nota: Ácido cafeico (esquerda) e rutina (direita).

Na quantificação dos teores desses marcadores no extrato aquoso analisado, foram detectadas concentrações de  $1,027 \times 10^{-1}$  mg/mL para a rutina e  $5,89 \times 10^{-4}$  mg/mL para o ácido cafeico (Gráfico 6). Adicionalmente, no extrato hidroalcoólico, observaram-se concentrações de  $1,3 \times 10^{-1}$  mg/mL de rutina e  $6,7 \times 10^{-3}$  mg/mL de ácido cafeico (Gráfico 7). Diversos autores ressaltam que, mesmo em concentrações muito baixas, substâncias fenólicas podem apresentar efeitos biológicos relevantes (Aggio *et al.*, 2013; Rad, Ghani, Ghani, 2021; Spencer, 2009).



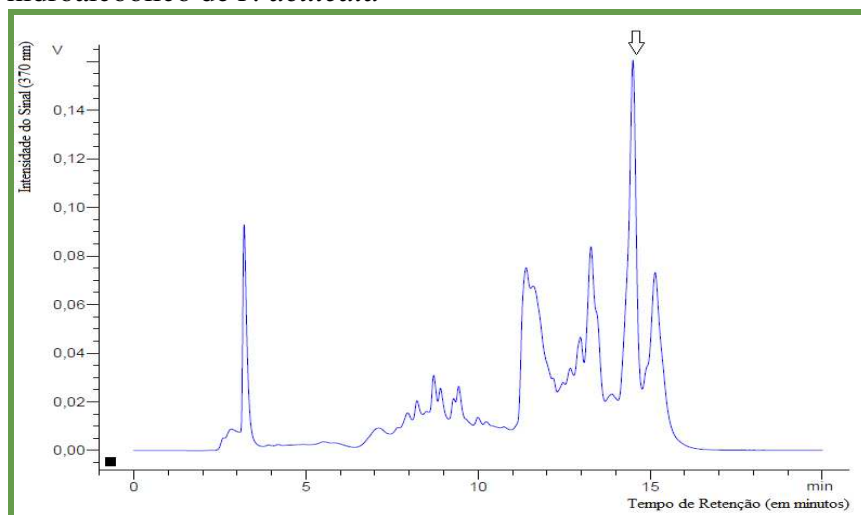
Gráfico 6 - Perfil cromatográfico por CLAE do extrato aquoso de *P. aculeata*.



Fonte: Software Unichrom.

Dados: Identificação de rutina (TR = 15 min) e ácido cafeico (TR = 14 min). Condições: coluna RP C18 (5  $\mu$ m, 250x4,6mm); detecção UV a 370 nm; fluxo de 1 mL/min; injeção de 10  $\mu$ L do sobrenadante. A eluição gradiente está detalhada na Tabela 3 (Materiais e Métodos). As concentrações detectadas foram  $1,027 \times 10^{-1}$  mg/mL para rutina e  $5,89 \times 10^{-4}$  mg/mL para ácido cafeico.

Gráfico 7 - Perfil cromatográfico por CLAE do extrato hidroalcoólico de *P. aculeata*



Fonte: Software Unichrom.

Dados: Identificação de rutina (TR = 15 min) e ácido cafeico (TR = 14 min). Condições: coluna RP C18 (5  $\mu$ m, 250x4,6mm); detecção UV a 370 nm; fluxo de 1 mL/min; injeção de 10  $\mu$ L do sobrenadante. A eluição gradiente está detalhada na Tabela 3 (Materiais e Métodos). As concentrações detectadas foram  $1,3 \times 10^{-1}$  mg/mL para rutina e  $6,7 \times 10^{-3}$  mg/mL para ácido cafeico.

8.1.2.1.6 Determinação de ácidos graxos de *Cyperus esculentus* L.

A análise dos lipídios (Tabela 9) evidenciou gordura saturada total (3,25%); gordura insaturada total (11,49%); gordura monoinsaturada (MUFA) (9,20%); gordura poli-insaturada (PUFA) (2,29%).

Tabela 9 – Análise de ácidos graxos dos tubérculos de *C. esculentus* cultivados em Fortaleza-CE

Ácidos Graxos do óleo do tubérculo de <i>C. esculentus</i> L. (junça)			
Parâmetro	Valor (%)	Parâmetro	Valor (%)
Gordura Saturada Total	3,25	Ácido Graxo C18:0 (Esteárico)	0,79
Gordura Insaturada Total	11,49	Ácido Graxo C18:1n9c (Oléico)	9,16
Gordura Monoinsaturada (MUFA)	9,20	Ácido Graxo C18:1n9t (Elaídico)	0,00
Gordura Poliinsaturada (PUFA)	2,29	Ácido Graxo C18:2n6c (Linoléico)	2,29
Gordura Insaturada - Trans	0,00	Ácido Graxo C18:2n6t (Linolelaídico)	0,00
Ômega 3 (ácido alfa-linolênico) ALA	0,00	Ácido Graxo C18:3n3 (Alfa-Linolenico)	0,00
Ômega 6 (ácido gama-linolênico) GLA	2,29	Ácido Graxo C18:3n6 (Gama-Linolênico)	0,00
Ômega 9 (ácido oleico)	9,17	Ácido Graxo C20:0 (Araquídico)	0,10
Ácido graxo C4:0 (Butírico); C6:0 (Caproico)	0,00	Ácido Graxo C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico)	0,02
Ácido Graxo C8:0 (Caprílico)	0,00	Ácido Graxo C20:2 (Cis-11,14-Eicosadienóico)	0,00
Ácido Graxo C10:0 (Cáprico)	0,00	Ácido Graxo C20:3n3 (Cis-11,14,17-Eicosatrienóico)	0,00
Ácido Graxo C11:0 (Undecanóico)	0,00	Ácido Graxo C20:3n6 (Cis-8,11,14-Eicosatrienóico)	0,00
Ácido Graxo C12:0 (Láurico)	0,00	Ácido Graxo C20:4n6 (Araquidônico)	0,00
Ácido Graxo C13:0 (Tridecanóico)	0,00	Ácido Graxo C20:5n3 (Cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenóico)	0,00
Ácido Graxo C14:0 (Mirístico)	0,02	Ácido Graxo C21:0 (Heneicosanóico)	0,00
Ácido Graxo C14:1 (Miristolêico)	0,00	Ácido Graxo C22:0 (Behenico)	0,02
Ácido Graxo C15:0 (Pentadecanóico)	0,00	Ácido Graxo C22:1n9 (Erucico)	0,00
Ácido Graxo C15:1 (Cis-10-Pentadecanoico)	0,00	Ácido Graxo C22:2 (Cis-13,16-Docosadienóico)	0,00
Ácido Graxo C16:0 (Palmítico)	2,32	Ácido Graxo C22:6n3 (Cis-4,7,10,13,16, 19-Docosahexaenóico)	0,00
Ácido Graxo C16:1 (Palmitolêico)	0,02	Ácido Graxo C23:0 (Tricosanoico)	0,00
Ácido Graxo C17:0 (Heptadecanóico)	0,00	Ácido Graxo C24:0 (Lignocérico)	0,00
Ácido Graxo C17:1 (Cis-10-Heptadecanoico)	0,00	Ácido Graxo C24:1n9 (Nervonato de Metila)	0,00

Fonte: A autora.

Dados: Nos valores 0,00, considerar que foram inferiores ao limite de detecção ou quantificação do método empregado.

Encontrou-se ômega 9 (9,17%), ômega 6 (2,29%) e ômega 3 (0,00%). O óleo de *C. esculentus* é rico em ácidos graxos insaturados, sendo um óleo comestível nutritivo com atividades antioxidantes, antimicrobianas, anticâncer e anti-inflamatórias (Wan *et al.*, 2024; Yu *et al.*, 2022).

O óleo de *C. esculentus* possui importante valor medicinal e propriedades promotoras da saúde (Zhang *et al.*, 2022). Tem um perfil monoinsaturado (>60% de ácidos graxos monoinsaturados - MUFA), perfil de ácido graxo semelhante aos óleos de oliva, avelã, noz de macadâmia, abacate e caroço de damasco (Sánchez-Zapata; Fernández-López; Pérez-Alvarez, 2012; Dubois *et al.*, 2007; Costa Neto *et al.*, 2019; Yu *et al.*, 2022).

A composição de ácidos graxos do óleo da junça encontrada nesse estudo foi divergente (inferior) aos dados de Costa Neto *et al.* (2019), que encontrou as seguintes concentrações para ácido graxo C16:0 (Palmítico) foi de 13,4-14,1% e neste estudo encontrou-se 2,32%; 3,00-3,30% de ácido graxo C18:0 (Esteárico) e neste estudo encontrou-se 0,79%; para ácido graxo C16:1 (Palmitoleico) foi de 0,2-0,3%, nosso teor encontrado foi de 0,02%; para ácido graxo C18:1n9c (Oleico) foi de 71,7-73,5%, enquanto nosso teor 9,16%; para ácido graxo C18:2n6c (Linoleico) de 8,7-9,1%, encontrou-se 2,29%; para ácido graxo C18:3n3 (Alfa-Linolênico) foi de 0,4, enquanto nada foi determinado (0%); e para ácido graxo C20:0 (Araquídico) foi de 0,2-0,5%, nosso teor encontrado foi de 0,10%.

Acredita-se que o cultivo, o processamento e o tempo de armazenamento em geladeira possam ter influenciado, bem como fatores edafoclimáticos locais. Assim, mais estudos são necessários para avaliação desses parâmetros, caso se deseje uma produção em maior escala no Ceará. Nesse sentido, também se assevera a possibilidade de que produtos nutracêuticos a serem desenvolvidos com a produção local poderão vir a necessitar de fortificação.

Ademais, no que consiste à indústria de alimentos, Farhoosh (2025) constatou que o processo inicial de oxidação de um óleo vegetal é influenciado especialmente pelo teor de tocoferóis, pela proporção MUFA/PUFA, pelo valor de peróxido e pelo valor de carbonila, onde quanto maior a proporção MUFA/PUFA mais resistente é o óleo à oxidação. Ao se calcular a proporção MUFA/PUFA do óleo de *C. esculentus* ( $9,16/2,29 = 3,99\%$ ), verifica-se que é um valor relevante, ou seja, seria resistente à oxidação em sua fase inicial. No entanto, estudos de Wan, Y. *et al.* (2024) evidenciaram que a vida útil prevista para esse óleo armazenado a 25 °C é de 184,33 dias, enquanto a vida útil prevista para esse óleo encapsulado é de 352,48 dias, sendo a melhor opção para a indústria alimentícia.

Não obstante, estudos realizados por Linssen *et al.* (1988) e Arafat *et al.* (2009) compararam óleos prensados a frio de *Cyperus esculentus* L. (junça) e *Olea europaea* L. (azeitona), quanto à composição de ácidos graxos e triglicerídeos, e relataram que ambos os óleos são semelhantes no perfil de ácidos graxos, bem como na distribuição posicional dos ácidos graxos nos triglicerídeos, sendo a cor e o sabor diferentes, visto que um é derivado de um tubérculo (junça) e o outro de um fruto (azeitona).

Assim, Hu *et al.* (2018) esclarecem que devido a essa semelhança, o óleo da junça pode ter importância na indústria de alimentos, o que pode representar um benefício em relação ao preço do cultivo dessa PANC em relação a azeitona, bem como na qualidade dos ácidos graxos de *C. esculentus* compondo novos produtos alimentícios. Mais características desse óleo foram analisadas por bioinformática em sessão posterior dessa pesquisa.

#### 8.1.2.2 Análises fitoquímicas

A caracterização de ingredientes derivados de vegetais é imprescindível para o desenvolvimento das especificações de parâmetros-chave referentes à espécie botânica (Anvisa, 2020). Assim, a análise fitoquímica qualitativa realizada teve por objetivo identificar constituintes químicos existentes nas duas espécies vegetais (metabólitos secundários) conforme Simões *et al.* (2007) e Matos (2009), para caracterizá-los e direcionar para análises mais específicas.

Essas análises foram realizadas para partes frescas e secas, de forma a se verificar possíveis alterações de constituintes após o processo de secagem das plantas, pois Falkenberg, Santos e Simões (2000), Gobbo Neto e Lopes (2007) e Castro (2020) sugerem que a coleta de um vegetal influencia os metabólitos secundários, visto a síntese desses ser influenciada por fatores bióticos e abióticos, tais como sazonalidade, ritmo circadiano e desenvolvimento, temperatura, disponibilidade hídrica, radiação ultravioleta, nutrientes, altitude, poluição atmosférica, sendo também induzida por estímulos mecânicos ou ataque de patógenos modificando a sua quantidade e qualidade.

O resultado da análise fitoquímica para folhas frescas e secas de *P. aculeata* e dos tubérculos frescos e secos de *C. esculentus* são descritos na Tabela 10.

Tabela 10 - Prospecção fitoquímica para folhas frescas e secas de *P. aculeata* e tubérculos frescos e secos de *C. esculentus*

Constituintes Químicos	<i>Pereskia aculeata</i> Mill. (OPN)		<i>Cyperus esculentus</i> L. (JUN)	
	Folha seca	Folha fresca	Tubérculo seco	Tubérculo fresco
<b>Alcaloides</b>	++	++	++	++
<b>Antocianinas</b>	-	-	-	-
<b>Açúcares redutores</b>	+	-	+	+
<b>Cumarinas</b>	-	-	-	-
<b>Esteróides</b>	++	+	++	++
<b>Heterósides cianogênicos</b>	-	-	-	-
<b>Heterósides flavônicos</b>	+	+	-	-
<b>Heterósides digitálicos</b>	-	-	-	-
<b>Heterósides antraquinônicos</b>	-	-	-	-
<b>Saponinas</b>	±	-	-	-
<b>Taninos condensados</b>	++	++	-	-
<b>Triterpenos</b>	++	++	++	++

Fonte: A autora.

Legenda: (+++) fortemente positivo; (++) moderadamente positivo; (+) fracamente positivo; (±) vestígios e (-) negativo ou não detectado.

Para *P. aculeata* foi possível detectar a presença de sete constituintes do metabolismo secundário: alcaloides, esteroides, heterósides flavônicos, saponinas, taninos condensados e triterpenos em diferentes intensidades nas folhas frescas e secas. Nas folhas secas e frescas: alcaloides, esteroides e triterpenos (moderadamente positivos ++); taninos condensados e heterósides flavônicos (fracamente positivos +). Com isso, presume-se que a expressão desses metabólitos não seja influenciada pelo processamento da planta. Nas folhas secas: saponinas (apenas vestígios ±) e açúcares redutores (fracamente positivos +).

Esses resultados se alinham à análise de FTIR, pois a Figura 37-A demonstra claramente a presença da banda 3425 cm<sup>-1</sup> que se correlaciona à presença de grupos hidroxila (O-H) para alcaloides, esteroides, heterósides flavônicos, saponinas, taninos condensados. Da mesma forma, para as bandas 2950 cm<sup>-1</sup> e 2898 cm<sup>-1</sup>, correspondentes às vibrações de

alongamento (C-H), características de compostos alifáticos, tem-se correspondência para esteroides e triterpenos, ricos nessas ligações. Em  $1517\text{ cm}^{-1}$  se vê relação com alongamento (C=C) em anéis aromáticos ou dobramento (N-H) de amidas, correlacionando-se ao achado fitoquímico para heterósides flavônicos, taninos condensados e alcaloides.

Essas análises sugerem que no aspecto fitoquímico qualitativo, a espécie *P. aculeata* cultivada no Ceará apresenta potencialidades alimentícias funcionais e medicinais. A planta é usada tradicionalmente para processos inflamatórios e em casos de queimadura (Marinelli, 2016). A atividade anti-inflamatória de *P. aculeata* foi demonstrada em camundongos, sendo comparável à dexametasona (Pinto *et al.*, 2020). Outros estudos verificaram a presença de fenóis, flavonoides e alcaloides, com atividade seletiva contra células de leucemia promielocítica humana e de adenocarcinoma de mama humano (linhas celulares HL60 e MCF-7), sem, no entanto, apresentar citotoxicidade às células normais, o que foi considerado um benefício, visto que a espécie é usada tradicionalmente na alimentação humana sem relatos de toxicidade Pinto *et al.* (2012).

Os resultados da análise fitoquímica para os tubérculos frescos e secos de *C. esculentus* apresentaram quatro metabólitos secundários: alcaloides, esteroides, triterpenos (moderadamente positivos ++) e açúcares redutores (fracamente positivos +), confirmando os resultados das análises botânicas micromorfológicas. Presumiu-se que a expressão desses metabólitos não seja influenciada pelo processamento da planta.

Esses resultados também se alinham à análise de FTIR, pois a Figura 37-B demonstra a banda em torno de  $3398\text{ cm}^{-1}$ , que semelhante a *P. aculeata*, representa vibrações de alongamento (O-H), ou seja, grupos hidroxila consistentes com alcaloides, açúcares redutores, esteroides e triterpenos.

A presença moderada de alcaloides sugere potenciais atividades biológicas (Souza *et al.*, 2011). A presença de esteroides e triterpenos para *C. esculentus* justifica o uso popular dos tubérculos como afrodisíacos (Matos; Cavalcanti; Parente, 2008). De acordo com Wu, Z.-W. *et al.* (2024) e Djikeng *et al.* (2022), os tocoferóis, esqualeno e esteróis do óleo de *C. esculentus* têm valor funcional na nutrição humana. Os tubérculos contêm esteróis, triterpenos e alcaloides que são princípios ativos utilizados no tratamento de certas doenças humanas, o que explica o uso desta planta na farmacopeia tradicional africana (Ban-Koffi *et al.*, 2005). Ressalta-se que os triterpenos possuem potencial hipolipemiante, anti-inflamatório, antitumoral, antimicrobiano (Soares *et al.*, 2024; Siddique; Saleem, 2011), justificando o uso popular da junça como cardioprotetor (Adejuyitan *et al.*, 2011; Yu *et al.*, 2022). De acordo

com Palanga *et al.* (2021), em geral os tubérculos de *C. esculentus* apresentam alcaloides, resinas, taninos, esteróis e saponinas, sendo dependentes de sua origem geográfica.

Uma análise foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com extrato das folhas de *P. aculeata*, sendo este analisado por bioinformática em sessão posterior dessa pesquisa. Para os tubérculos de *C. esculentus* a HPLC não foi realizada, pois o conteúdo de lipídio e amido impossibilitou a obtenção de extratos viáveis.

#### 8.1.2.3 Análises de bioativos, capacidade antioxidante e capacidade antimicrobiana

Considera-se que os efeitos benéficos à saúde humana da ingestão de vegetais são atribuídos à presença de compostos com atividade antioxidante, como compostos fenólicos, vitamina C e carotenoides (Sousa *et al.*, 2011). O consumo de farinhas de trigo integrais ou enriquecidas nutricionalmente com vegetais ricos em bioativos, em detrimento de farinhas refinadas, está correlacionado a diversos benefícios à saúde, como prevenção de patologias cardiovasculares e metabólicas (Sun; Pei; Fang, 2022; Parenti; Guerrini; Zanoni, 2020; Tebben; Shen; Li, 2018).

##### 8.1.2.3.1 Análises de bioativos

A análise de bioativos investigou, para as farinhas puras de OPN e JUN, flavonoides e antocianinas. Para a farinha de trigo FT 100% e para as farinhas mistas (OPNjun, OPNJUN, opnJUN) foram analisadas antocianinas, flavonoides, carotenoides, clorofila  $\beta$ , clorofila  $\alpha$  e clorofila total.

Como resultados, para a farinha pura das folhas de OPN encontrou-se o valor de 0,27mg/100g para flavonoides e 26,65mg/100g de antocianinas. De acordo com Tomiak *et al.* (2023), os teores de flavonoides e antocianinas de ora-pro-nóbis variam de acordo com o processamento ao qual a planta é submetida, o que pode ser atribuído à sua labilidade térmica, ou seja, a temperatura de processamento e a duração da exposição térmica. Além disso, estudos realizados por Arena, Ribeiro e Kaminski (2023) demonstraram que, quando a planta é submetida à extração para elaboração de concentrados protéicos ocorre também uma perda da capacidade antioxidante e dos compostos bioativos, evidenciando que a farinha de folhas é superior em termos nutricionais, no que se refere a esses componentes.

Para a farinha pura dos tubérculos de JUN encontrou-se o valor de 0,09mg/100g para flavonoides e 4,25mg/100g de antocianinas. Entretanto, esses valores podem ser baixos

quando comparado à literatura, mas fatores edafoclimáticos podem influenciar. De acordo com Zhang *et al.* (2022), devido às diferenças no clima, solo e condições de cultivo, o conteúdo bioativo em *Cyperus* sp. varia e em condições normais, o conteúdo de flavonoides em rizomas e folhas podem atingir 13,2 mg/g. Conforme Matos (2007), os tubérculos de JUN contêm alguns flavonoides glicosilados com propriedade antioxidante, cujo consumo pode proteger o sistema imune, especialmente em pessoas subnutridas.

Estatisticamente, na análise de bioativos, a farinha de tubérculos de JUN (0,1825) e a farinha de folhas de OPN (0,3565) apresentaram níveis semelhantes para flavonoides (análise de variância:  $p > 0,05$ ) (ANOVA). Já para antocianinas ( $p < 0,05$ ) houve uma diferença significativa, onde OPN (0,4027) apresentou um teor bem maior que JUN (0,0795).

A seguir, mostra-se os valores obtidos nas análises dos componentes bioativos da farinha de trigo FT 100% e das farinhas mistas OPNjun, OPNJUN e opnJUN (Tabela 11).

Tabela 11 – Análises de antocianinas, flavonoides, carotenoides e clorofilas para farinhas mistas

Análises	Tipos de Farinhas Unidade mg/100g			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<b>Antocianinas 535nm</b>	3,95 ± 0,04 <sup>a</sup>	13,50 ± 0,11 <sup>b</sup>	9,73 ± 0,14 <sup>c</sup>	6,48 ± 0,50 <sup>d</sup>
<b>Flavonoides 374nm</b>	8,78 ± 0,18 <sup>a</sup>	56,90 ± 0,86 <sup>b</sup>	39,12 ± 0,57 <sup>c</sup>	22,32 ± 0,32 <sup>d</sup>
<b>Carotenoides 470nm</b>	0,27 ± 0,004 <sup>a</sup>	16,93 ± 0,60 <sup>b</sup>	10,53 ± 0,02 <sup>c</sup>	6,24 ± 0,05 <sup>d</sup>
<b>Clorofila β 646nm</b>	0,04 ± 0,02 <sup>a</sup>	20,16 ± 0,43 <sup>b</sup>	10,07 ± 0,50 <sup>c</sup>	12,19 ± 0,69 <sup>d</sup>
<b>Clorofila α 663nm</b>	0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>	33,40 ± 0,83 <sup>b</sup>	20,93 ± 0,57 <sup>c</sup>	8,56 ± 0,26 <sup>d</sup>
<b>Clorofila total</b>	0,02 ± 0,07 <sup>a</sup>	53,62 ± 0,40 <sup>b</sup>	31,03 ± 0,06 <sup>c</sup>	20,77 ± 0,44 <sup>d</sup>

Fonte: A autora.

Dados: (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos.

Ressalta-se que os dados de bioativos para farinha de trigo tipo 1 (FT100%) embora bem abaixo das farinhas mistas de PANC, mostraram a presença de antocianinas e flavonoides em um quantitativo inesperado para farinha branca tipo 1. A literatura descreve que a maioria dos compostos fenólicos e antioxidantes do grão de trigo são concentrados nas camadas externas (farelo), assim, é esperado que no endosperma haja apenas baixíssimas quantidades desses constituintes. Segundo Hung *et al.* (2009), os compostos fenólicos presentes no endosperma são predominantemente ácidos fenólicos, enquanto os flavonoides



estão em concentrações muito inferiores. Esta dedução é reforçada por Francavilla e Joye (2020), que indicam que as antocianinas não são comumente encontradas em variedades de trigo branco. No entanto, Gozzi *et al.* (2023) colocam que dependendo da variedade genética do trigo e de estresses abióticos, mesmo em grãos que não são visivelmente pigmentados, pode haver traços de antocianinas em camadas mais profundas ou quando a separação durante a moagem não é perfeita. A sensibilidade do método utilizado também pode ter relação.

Para todas as análises (Antocianinas, Flavonoides, Carotenoides, Clorofila  $\beta$ , Clorofila  $\alpha$  e Clorofila total) a ANOVA indicou diferenças significativas entre as farinhas ( $p < 0,05$ ), ou seja, a adição das farinhas das PANC *P. aculeata* (folhas) e *C. esculentus* (tubérculos) à farinha de trigo ocasionou um aumento estatisticamente significativo para esses componentes funcionais em relação ao padrão (FT 100%). O melhor benefício em bioativos observado foi para a farinha mista OPNjun seguida por OPNJUN e por opnJUN.

Sabe-se que enriquecer nutricionalmente farinhas, torna-as benéficas à saúde (Sun; Pei; Fang, 2022; Parenti; Guerrini; Zanoni, 2020; Tebben; Shen; Li, 2018), isso é importante para a população em geral. Na Pesquisa do Orçamento Familiar (POF) 2008-2009, o governo brasileiro constatou que os flavonoides (polifenóis com efeitos benéficos à saúde) têm uma ingestão diária estimada em 22 mg/dia por habitante, sendo inferior a países como Coreia (318 mg/dia) e EUA (189,7 mg/dia), o que gera a necessidade de avaliar e promover um melhor o consumo desses constituintes no país (Lajolo, 2018; Jun; Shin; Joung, 2016; Chun; Chung; Song, 2007).

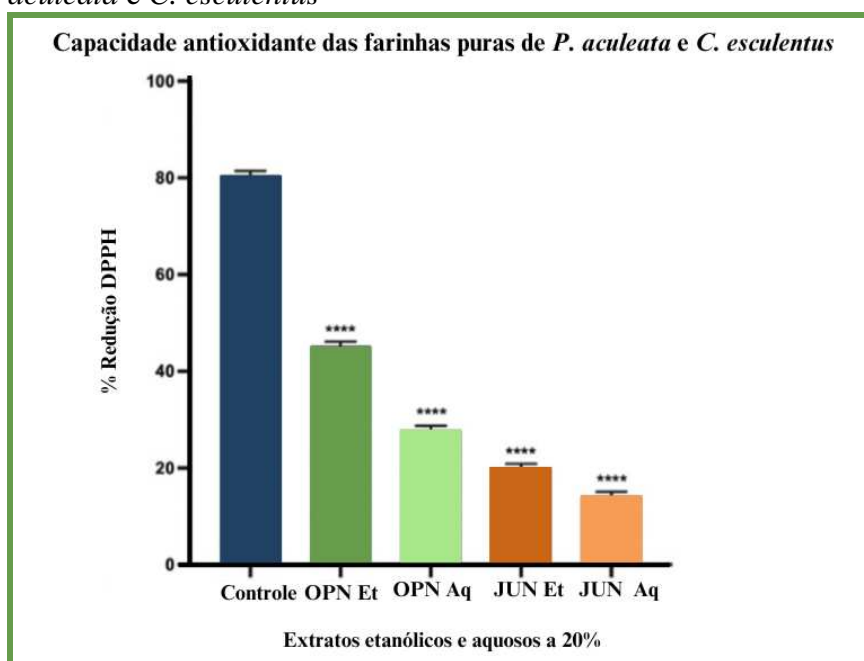
Além disso, no que consiste aos valores de antocianinas encontrados para as farinhas mistas, em conformidade com Francavilla e Joye (2020), as antocianinas apresentam um potencial antioxidante relevante, o que contribui para asseverar que o consumo de produtos alimentícios contendo as farinhas mistas de PANC elaboradas nessa pesquisa pode levar a uma diminuição da probabilidade de ocorrência de doenças crônicas. Consequentemente, farinhas mistas de PANC contendo antocianinas representam uma área promissora a ser melhor explorada pelo mercado de alimentos funcionais.

#### 8.1.2.3.2 Capacidade antioxidante

As farinhas puras de folhas de *P. aculeata* (OPN) e tubérculos de *C. esculentus* (JUN) foram investigadas sobre as suas capacidades antioxidantes, utilizando o método de sequestro do radical DPPH. Cada farinha foi diluída em veículos etanólico e aquoso, em concentrações de diluição a 20% *p/v* conforme Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, para fins de pesquisa

(Anvisa, 2019), mas também, buscando-se aproximar das concentrações de diluição efetuadas nas farinhas mistas, sendo: OPN Et = extrato etanólico de farinha de folhas de *P. aculeata* a 20%; OPN Aq = extrato aquoso de farinha folhas de *P. aculeata* a 20%; JUN Et = extrato etanólico de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%; JUN Aq = extrato aquoso de farinha de tubérculos de *C. esculentus* a 20%. A porcentagem (%) de redução de DPPH foi determinada pela medida da absorbância a 517nm. Os valores foram expressos pela média  $\pm$  de três ensaios, conforme Gráfico 8.

Gráfico 8 – Capacidade antioxidante das farinhas puras de *P. aculeata* e *C. esculentus*



Fonte: A autora.

Dados: Controle = Vitamina C (ácido ascórbico); OPN Et = extrato etanólico de *P. aculeata*; OPN Aq = extrato aquoso de *P. aculeata*; JUN Et = extrato etanólico de *C. esculentus*; JUN Aq = extrato aquoso de *C. esculentus*. A % Redução de DPPH foi determinada pela medida da absorbância a 517nm. Os valores foram expressos pela média  $\pm$  EPM de três ensaios. A análise foi realizada por ANOVA (Prism 9), seguido de pós-teste de Dunnet e valor de \*\*\*\*p. As \*\*\*\* indicam que os resultados obtidos dos extratos possuem uma diferença significativa em relação ao controle.

Verificou-se que ambas as farinhas puras apresentaram ação antioxidante, devido à redução de DPPH. Entretanto, essa porcentagem de redução foi inferior ao padrão vitamina C (80% de inibição), sendo de aproximadamente 48% para OPN Et, 28% para OPN Aq, 20% para JUN Et e 15% para JUN Aq.

Os extratos de farinha de folhas de *P. aculeata* apresentaram uma capacidade antioxidante superior (OPN Et: ~45% e OPN Aq: ~28%) aos extratos de farinha de tubérculos

de *C. esculentus* (JUN Et: ~20% e JUN Aq: ~15%). Para ambas as PANC, os extratos etanólicos (OPN Et e JUN Et) demonstraram maior capacidade antioxidante que os aquosos, sugerindo que os compostos antioxidantes de ambas são mais eficazmente.

Soares, Castro e Martins (2022), Moraes *et al.* (2019) e Sousa *et al.* (2014) confirmam que a atividade antioxidante de *P. aculeata* está associada à presença de compostos fenólicos e que, a eficiência de extração desses compostos é dependente do solvente selecionado, onde melhores resultados foram para etanol 70% em relação à água no sequestro de radical DPPH. A capacidade funcional de *C. esculentus* pode ser atribuída à presença de antioxidantes como quercetina, vitaminas C e E, e oligoelementos como zinco (Udefa *et al.*, 2020).

A escolha do solvente de extração (etanol vs. água) pode influenciar não só a atividade antioxidante dos extratos vegetais de farinha de folhas de *P. aculeata*, como também dos extratos vegetais de farinha de tubérculos de *C. esculentus*. A combinação dessas diferentes farinhas parece ampliar a capacidade antioxidante.

Ao comparar os dados de DPPH com as análises de bioativos (flavonoides e antocianinas) para as farinhas puras de folhas de OPN e tubérculos de JUN, verificou-se que a maior capacidade antioxidante nos extratos de OPN (OPN Et: ~45% e OPN Aq: ~28%) parece corroborar diretamente com teores mais elevados de flavonoides e antocianinas na farinha pura de folhas de OPN (0,27mg/100g e 26,65mg/100g, respectivamente) em comparação com a farinha de tubérculos de JUN, sugerindo que eles podem ser os principais envolvidos na atividade antioxidante, mesmo ao considerar diferentes processamentos (farinha *versus* extratos etanólicos e aquosos).

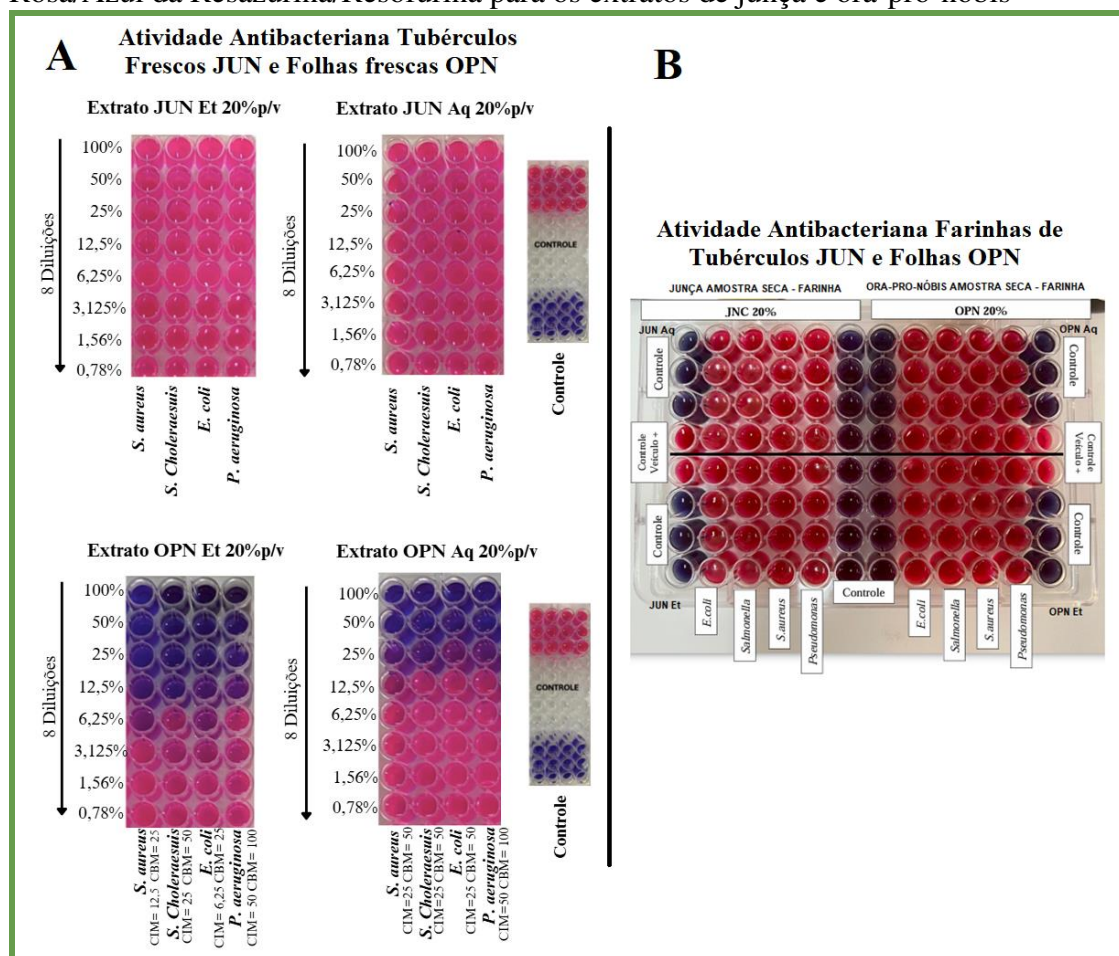
#### 8.1.2.3.3 Capacidade antimicrobiana

Cada farinha de PANC e suas respectivas partes frescas foram diluídas em veículos etanólico (Etanol a 70%) e aquoso, em concentrações de diluição a 20% *p/v*, conforme Farmacopeia Brasileira, 6ª edição, para fins de pesquisa (Anvisa, 2019), mas também, buscando-se aproximar das concentrações de diluição efetuadas com a farinha de trigo nas farinhas mistas (Medeiros, M., 2020).

A Figura 39 mostra a fotografia do experimento de Oxirredução da Resazurina com Cor Rosa/Azul da Resazurina/Resofurina para os extratos de junça e ora-pro-nóbis, onde se observou que os extratos apresentaram padrões distintos de atividade contra bactérias. Nenhum dos extratos junça demonstrou alteração significativa de coloração (Figura 39 A-B),

indicando ausência de efeito antibacteriano para as cepas testadas. Os extratos de farinha de ora-pro-nóbis também não demonstraram atividade antibacteriana relevante (Fig. 39B). A mudança de coloração só foi verificada com extratos de folhas frescas de OPN (Fig. 39A), sugerindo atividade antibacteriana.

Figura 39 – Fotografia do experimento de Oxirredução da Resazurina com Cor Rosa/Azul da Resazurina/Resofurina para os extratos de junça e ora-pro-nóbis



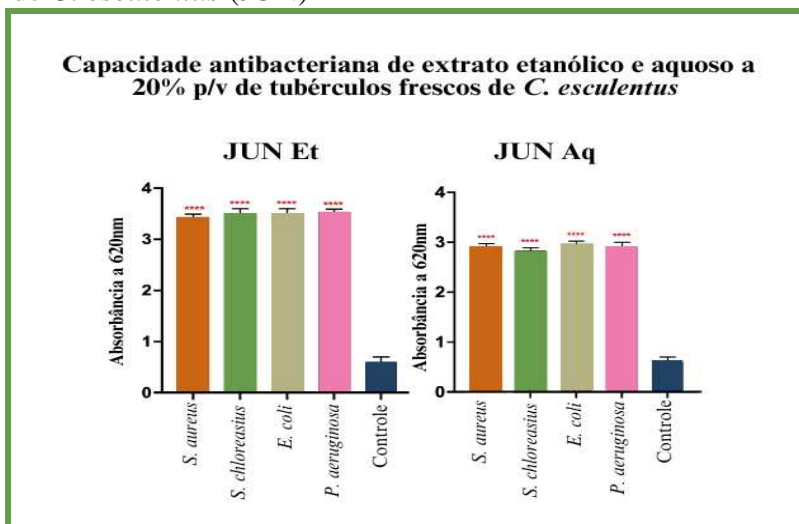
Fonte: A autora. Foto: Rafaela Gomes Bezerra - Laboratório de Controle de Qualidade Microbiológica do Departamento de Farmácia UFC.

Dados: A – Atividade antibacteriana materiais frescos; B – Atividade antibacteriana farinhas. CIM - Concentração Inibitória Mínima e CBM - Concentração Bactericida Mínima, trabalhou-se com 8 diluições → 100%; 50%; 25%; 12,5%; 6,25%; 3,125%; 1,56%; 0,78%, fez-se o controle do diluente etanol, do caldo e o padrão positivo utilizado foi clorexidina e os valores foram expressos em porcentagem (%).

O Gráfico 9 mostra a análise da capacidade antibacteriana para os extratos de tubérculos frescos de junça, que apresentaram absorbâncias elevadas, portanto, sem atividade antibacteriana estatisticamente considerável para as cepas analisadas. Esses resultados contrastam com Zhang *et al.* (2022), que confirmaram ação contra *E. coli*, *S. aureus*, *Salmonella* sp. e *P. aeruginosa* com extratos de junça em etanol, acetona, éter de

petróleo e clorofórmio.

Gráfico 9 - Resultados da capacidade antibacteriana verificada para os extratos preparados com tubérculos frescos de *C. esculentus* (JUN)



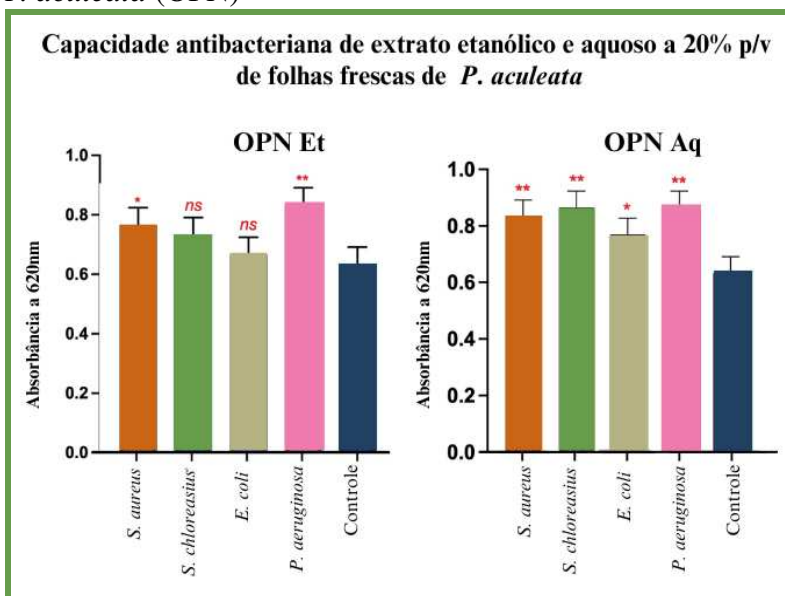
Fonte: A autora.

Dados: Controle = Clorexidina; JUN Et = extrato etanólico de *C. esculentus*; JUN Aq = extrato aquoso de *C. esculentus*. Os valores foram expressos pela média ± EPM de três ensaios. A análise foi realizada por ANOVA (Prism 9), seguido de pós-teste de Dunett's e valor de \*\*\*\*p. As \*\*\*\* indicam que os resultados obtidos dos extratos possuem uma diferença significativa em relação ao controle.

O Gráfico 10 mostra as análises para os extratos de folhas frescas de ora-pro-nóbis (OPN). Ambos os extratos (etanólico e aquoso) de folhas frescas de *P. aculeata* a 20% p/v demonstraram atividade antibacteriana estatisticamente considerável: extrato etanólico (OPN Et) ativo contra *S. aureus* ( $p < 0,05$ ) e *P. aeruginosa* ( $p < 0,005$ ); extrato aquoso (OPN Aq) ativo contra *S. aureus* ( $p < 0,005$ ), *S. choleraesuis* ( $p < 0,05$ ) e *P. aeruginosa* ( $p < 0,005$ ). Não se observou atividade para *E. coli* estatisticamente significativa.

Quando comparados aos dados de outros autores, sugere-se haver relação direta entre a capacidade antibacteriana, a concentração do extrato, o tipo de processamento e o tipo de solvente. Colacite *et al.* (2022) verificaram que apenas o extrato metanólico a 90% foi efetivo contra *S. aureus*. Garcia *et al.* (2019) evidenciaram que extratos hidroalcoólicos a 70% das folhas são mais ativos contra bactérias Gram positivas.

Gráfico 10 - Resultados da capacidade antibacteriana verificada para os extratos preparados com folhas frescas de *P. aculeata* (OPN)



Fonte: A autora. Dados: Controle = Clorexidina; OPN Et = extrato etanólico de *P. aculeata*; OPN Aq = extrato aquoso de *P. aculeata*. Os valores foram expressos pela média ± EPM de três ensaios. A análise foi realizada por ANOVA/Prism 9, com Teste de Dunett's, que demonstrou significância, com \*\*p<0,005 e \*p<0,05, mas também ns (não significante), quando comparado ao Controle.

De acordo com Oliveira (2023) extratos aquosos liofilizados de OPN não apresentaram inibição frente a *E. coli*, *Salmonella enteritidis* e *S. aureus*, em contrapartida os extratos hidroalcoólicos com concentração 1:20 (folha:solvente) apresentaram atividade contra *S. enteritidis* e *E. coli*. Souza *et al.* (2016) demonstraram que os extratos metanólicos das folhas, nas concentrações de 1 a 4 µg/mL, não apresentaram atividade contra *E. coli*. Rodrigues (2016) não evidenciou atividade dos extratos aquosos e hidroalcoólicos (a 70%) das folhas de OPN contra *S. aureus*, *Salmonella enterica*, *P. aeruginosa*.

#### 8.1.2.4 Análises de bioinformática

##### 8.1.2.4.1 Análise *in silico* do perfil lipídico nos tubérculos de *Cyperus esculentus* L.

A Tabela 12 apresenta diferentes ácidos graxos e seus potenciais efeitos biológicos relacionados à inibição da acilcarnitina hidrolase, atividade anti-inflamatória intestinal, efeito lipotrópico e inibição da expressão de Fator de Necrose Tumoral (TNF). Foram avaliados os ácidos graxos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0),

oleico (C18:1n9c), linoleico (C18:2n6c), araquídico (C20:0), eicosenóico (C20:1n9) e behênico (C22:0).

Tabela 12 - Predição do espectro de ações biológicas dos fitoquímicos do óleo de junça de interesse para o desenvolvimento de alimentos funcionais

Substâncias	Inibição da acilcarnitina hidrolase		Ação anti-inflamatória intestinal		Ação lipotrópica		Inibição da expressão de TNF	
	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
Ácido Graxo C14:0 (Mirístico)	0,973	0,001	0,727	0,002	0,727	0,004	0,646	0,009
Ácido Graxo C16:0 (Palmítico)	0,973	0,001	0,727	0,002	0,727	0,004	0,646	0,009
Ácido Graxo C16:1 (Palmitoléico)	0,956	0,002	0,685	0,003	0,625	0,007	0,724	0,005
Ácido Graxo C18:0 (Esteárico)	0,973	0,001	0,727	0,002	0,727	0,004	0,646	0,009
Ácido Graxo C18:1n9c (Oléico)	0,956	0,002	0,685	0,003	0,625	0,007	0,724	0,005
Ácido Graxo C18:2n6c (Linoléico)	0,950	0,002	0,650	0,003	0,594	0,008	0,751	0,005
Ácido Graxo C20:0 (Araquídico)	0,950	0,002	0,650	0,003	0,594	0,008	0,751	0,005
Ácido Graxo C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico)	0,956	0,002	0,685	0,003	0,625	0,007	0,724	0,005
Ácido Graxo C22:0 (Behenico)	0,973	0,001	0,727	0,002	0,727	0,004	0,646	0,009

Fonte: A autora.

Dados: Os valores apresentados indicam a probabilidade de cada ácido graxo exercer as funções mencionadas, com Pa representando a probabilidade de atividade e Pi a probabilidade de inatividade.

Os valores apresentados indicam a probabilidade de cada ácido graxo exercer as funções mencionadas, com Pa representando a probabilidade de atividade e Pi a probabilidade de inatividade. De modo geral, os ácidos graxos analisados apresentam alta probabilidade de exercer pelo menos uma das atividades biológicas, sugerindo potencial funcional para o desenvolvimento de alimentos contendo o óleo fixo de junça (*C. esculentus*).

A inibição da acilcarnitina hidrolase é relevante no contexto da doença de Alzheimer devido ao seu papel na regulação do metabolismo lipídico e na resposta ao estresse celular. A acilcarnitina é um composto envolvido no transporte de ácidos graxos para dentro

das mitocôndrias, onde são oxidados para gerar energia (Singh; Vellapandian, 2024).

O efeito anti-inflamatório intestinal é especialmente importante sob a ótica dos nutracêuticos, especialmente para o manejo de condições como Doença de Chron e retocolite ulcerativa. (Caponio *et al.*, 2022). Esses compostos podem atuar na regulação das vias de sinalização celular, como as de Nrf2 e NF-kB, que estão envolvidas na resposta inflamatória e no estresse oxidativo. Ao incorporar esses produtos naturais na dieta, é possível não só mitigar a inflamação, mas também fortalecer a barreira intestinal, melhorando o estado de geral e prevenindo doenças (Martins-Gomes; Nunes; Silva, 2024).

O efeito lipotrópico se refere à capacidade de certas substâncias de promover a mobilização e utilização de gordura no corpo, prevenindo o acúmulo de depósitos de gordura, especialmente no fígado (Chandra *et al.*, 2022). Logo, os nutracêuticos com propriedades lipotrópicas contribuem para a melhoria do metabolismo lipídico, auxiliando assim na prevenção de doenças relacionadas à obesidade e síndrome metabólica.

A inibição do TNF promovida por fitoquímicos provenientes da dieta merece atenção, pois esse mediador está envolvido na inflamação crônica, associada a diversas doenças metabólicas, como obesidade, diabetes tipo 2 e doenças cardiovasculares. O uso de compostos bioativos alimentares pode contribuir para a modulação da produção de TNF, auxiliando na redução da inflamação e na melhora da resistência à insulina (Dama *et al.*, 2024). Essa estratégia surge como uma alternativa ou um complemento aos tratamentos convencionais nestes processos fisiopatológicos.

A Tabela 13 apresenta a relação entre diferentes ácidos graxos e sua atividade preditiva (Pa e Pi) contra quatro tipos de câncer: carcinoma de ovário resistente à cisplatina, leucemia mieloide aguda em adultos, melanoma metastático e melanoma.

Os ácidos graxos analisados incluem os saturados (mirístico, palmítico, esteárico, araquídico e behênico) e insaturados (palmitoleico, oleico, linoleico e eicosenóico). De modo geral, os valores de Pa (probabilidade de atividade) são mais elevados para carcinoma de ovário resistente à cisplatina, variando entre 0.966 e 0.970, enquanto os valores de Pi (probabilidade de inatividade) são baixos, indicando um maior potencial de atividade anticancerígena predita. Já para os demais tipos de câncer, as probabilidades de atividade variam mais, com destaque para o ácido linoleico, que apresenta um Pa de 0.601 para melanoma metastático. Logo, os resultados sugerem que determinados ácidos graxos podem ter potencial terapêutico contra esses tipos de câncer, com diferenças na eficácia predita dependendo do tipo de tumor.



Tabela 13 - Predição da citotoxicidade de ácidos graxos da junça contra linhagens tumorais.

Substâncias	Carcinoma ovariano resistente à cisplatina		Leucemia mieloide aguda em adultos		Melanoma metastático		Melanoma	
	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
Ácido Graxo C14:0 (Mirístico)	0.968	0.002	0.546	0.027	0.514	0.015	0.504	0.012
Ácido Graxo C16:0 (Palmítico)	0.968	0.002	0.546	0.027	0.514	0.015	0.504	0.012
Ácido Graxo C16:1 (Palmitolêico)	0.970	0.001	0.533	0.034	0.539	0.010	0.569	0.005
Ácido Graxo C18:0 (Estearico)	0.968	0.002	0.546	0.027	0.514	0.015	0.504	0.012
Ácido Graxo C18:1n9c (Olêico)	0.970	0.001	0.533	0.034	0.539	0.010	0.569	0.005
Ácido Graxo C18:2n6c (Linolêico)	0.966	0.002	0.512	0.049	0.601	0.004	0.550	0.005
Ácido Graxo C20:0 (Araquídico)	0.966	0.002	0.512	0.049	0.601	0.004	0.550	0.005
Ácido Graxo C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico)	0.970	0.001	0.533	0.034	0.539	0.010	0.569	0.005
Ácido Graxo C22:0 (Behenico)	0.968	0.002	0.546	0.027	0.514	0.015	0.504	0.012

Fonte: A autora.

Dados: Os valores apresentados indicam a probabilidade de cada ácido graxo exercer as funções mencionadas, com Pa representando a probabilidade de atividade e Pi a probabilidade de inatividade.

O Quadro 2 apresenta a predição de parâmetros toxicológicos dos constituintes do óleo fixo de Junça, avaliando a mutagenicidade (Teste de Ames) e a carcinogenicidade em camundongos e ratos em estudos de 2 anos. Os resultados indicam que a maioria dos ácidos graxos analisados (C14:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:1n9c, C18:2n6c, C20:0 e C22:0) foram classificados como mutagênicos no Teste de Ames. A única exceção foi o ácido cis-11-eicosenóico (C20:1n9), que foi considerado não mutagênico.

Quadro 2 - Predição de parâmetros toxicológicos dos constituintes do óleo fixo de Junça

Substâncias	Teste de Ames	Bioensaio de carcinogenicidade de 2 anos em camundongo	Bioensaio de carcinogenicidade de 2 anos em ratos
Ácido Graxo C14:0 (Mirístico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C16:0 (Palmítico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C16:1 (Palmitolêico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C18:0 (Esteárico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C18:1n9c (Oléico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C18:2n6c (Linoléico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C20:0 (Araquídico)	Mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C20:1n9 (cis-11-Eicosenóico)	Não mutagênico	Negativo	Positivo
Ácido Graxo C22:0 (Behenico)	Mutagênico	Negativo	Positivo

Fonte: A autora.

Dados: Teste de Ames - avalia o potencial mutagênico.

Em relação à carcinogenicidade, todos os ácidos graxos apresentaram resultado negativo em camundongos, mas positivo em ratos, sugerindo uma possível toxicidade específica para essa espécie, ou seja, inerente à sua fisiologia ou metabolismo. Esses achados indicam que, embora alguns ácidos graxos possam apresentar potencial mutagênico, os efeitos carcinogênicos podem variar entre diferentes modelos experimentais.

Ressalta-se que Bamishaiye, Muhammad e Bamishaiye (2010) avaliaram o valor biológico de ração acrescida com óleo de tubérculo de *C. esculentus* em ratos e concluíram que nenhum dos animais morreu, considerando esse óleo um bom suplemento por auxiliar no crescimento e na prevenção de gordura em órgãos. Udefa *et al.* (2020) constataram que a administração de extrato hidroetanólico de *C. esculentus* em doses de até 5000 mg/kg pc não resultou em mortalidade ou alterações comportamentais relevantes, indicando que a DL50 é superior a 5000 mg/kg pc.

Considerando-se os resultados toxicológicos do óleo, faz-se importante estudar mais profundamente esse derivado vegetal, visando garantir sua segurança. Ressalta-se que, de acordo com a RDC nº 26/2014 da Anvisa, o uso tradicional de uma espécie vegetal por pelo menos 30 anos, pode contribuir para a comprovação de sua segurança e eficácia (Anvisa, 2014). Dessa forma, considerando o amplo consumo dos tubérculos de *C. esculentus* por humanos em outros países desde a antiguidade, com diversos estudos científicos evidenciando sua composição química e propriedades funcionais, bem como sua utilização segura para a produção de leite, farinha, bebidas (Correia *et al.*, 2020; Codina-Torrella *et al.*, 2017; Bado *et al.*, 2015; Okyere; Odamtten, 2014; Aguilar *et al.*, 2015; Rubert *et al.*, 2017; Adebawale *et al.*, 2017; Adegunwa *et al.*, 2017) a utilização dos tubérculos para uso *in natura* e em produtos alimentícios no Brasil deverá seguir a mesma premissa de validação baseada no uso tradicional e nas evidências científicas existentes. Assim, assevera-se que os ácidos graxos do óleo de *C. esculentus* possuem alta probabilidade de exercer muitas atividades biológicas benéficas importantes e que essas devem ser mais investigadas, especialmente pelo elevado potencial para o desenvolvimento de produtos alimentícios funcionais e nutraceuticos.

#### 8.1.2.4.2 Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) nas folhas de *Pereskia aculeata*

A tabela 14 apresenta a predição de atividades biológicas de compostos bioativos. Rutina demonstrou alto potencial antioxidante ( $Pa = 0,923$ ), cardioprotetor ( $Pa = 0,988$ ), vasoprotetor ( $Pa = 0,980$ ), antineoplásico ( $Pa = 0,849$ ) e hepatoprotetor ( $Pa = 0,968$ ). Quercetina também exibiu boa atividade antioxidante ( $Pa = 0,872$ ) e efeitos relevantes nas demais categorias, especialmente como cardioprotetora ( $Pa = 0,833$ ) e hepatoprotetora ( $Pa = 0,706$ ).

Os ácidos fenólicos, cafeico e p-cumárico apresentaram menor potencial antioxidante e cardioprotetor, mas mantiveram uma predição moderada para vasoproteção e hepatoproteção. No geral, rutina e quercetina foram os compostos mais promissores, com rutina se destacando como a substância de maior potencial em todas as atividades avaliadas, confirmando os estudos de Frent *et al.* (2024), Farha *et al.* (2022) e Wang *et al.* (2016).

Tabela 14 - Potencial de ação biológica dos fitoconstituintes identificados em *P. aculeata*

Substâncias	Antioxidante		Cardioprotetora		Vasoprotetora		Antineoplásica		Hepatoprotetora	
	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
<b>Rutina</b>	0,923	0,003	0,988	0,001	0,980	0,001	0,849	0,007	0,968	0,001
<b>Quercetina</b>	0,872	0,003	0,833	0,003	0,824	0,004	0,797	0,012	0,706	0,007
<b>Ácido Cafeico</b>	0,603	0,005	0,365	0,040	0,782	0,006	0,530	0,063	0,461	0,024
<b>Ácido p-cumárico</b>	0,553	0,005	0,356	0,045	0,735	0,008	0,520	0,065	0,553	0,016

Fonte: A autora.

Dados: Os valores apresentados indicam a probabilidade de cada ácido graxo exercer as funções mencionadas, com Pa representando a probabilidade de atividade e Pi a probabilidade de inatividade.

### Predição da citotoxicidade contra linhagens tumorais

A Tabela 15 apresenta a predição de atividade de compostos bioativos contra diferentes tipos de câncer. Rutina mostrou potencial moderado contra leucemia promielocítica (Pa = 0.629) e carcinoma de ovário resistente à cisplatina (Pa = 0.553). Quercetina se destacou contra o carcinoma de ovário resistente à cisplatina (Pa = 0.873), enquanto ácido cafeico (Pa = 0.944) e ácido p-cumárico (Pa = 0.951) também demonstraram alta probabilidade de ação contra esse tipo de câncer. Os dados sugerem maior potencial para quercetina, ácido cafeico e ácido p-cumárico na prevenção e/ou tratamento do carcinoma de ovário resistente à cisplatina.

A rutina é um polifenol com potencial antineoplásico promissor e pode ser amplamente utilizada em alimentos funcionais, suplementos alimentares e produtos farmacêuticos para a prevenção e o tratamento do câncer (Farha *et al.*, 2022). A quercetina, devido às suas propriedades antioxidantes, inibe a proliferação de células neoplásicas do cólon, próstata, fígado, pâncreas e pulmões (Frent *et al.*, 2024; Wang *et al.*, 2016).

Tabela 15 - Predição da citotoxicidade de fitoconstituintes de *P. aculeata* contra linhagens tumorais

Substâncias	Leucemia promieloblástica		Adenocarcinoma pancreático		Carcinoma ovariano resistente à cisplatina		Melanoma metastático	
	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi	Pa	Pi
<b>Rutina</b>	0.629	0.019	0.609	0.004	0.553	0.133	0.543	0.009
<b>Quercetina</b>	0.418	0.062	0.360	0.053	0.873	0.010	0.431	0.047
<b>Ácido cafeico</b>	-	-	-	-	0.944	0.003	-	-
<b>Ácido p-cumárico</b>	-	-	-	-	0.951	0.002	-	-

Fonte: A autora.

Dados: Os valores apresentados indicam a probabilidade de cada ácido graxo exercer as funções mencionadas, com Pa representando a probabilidade de atividade e Pi a probabilidade de inatividade.

O Quadro 3 apresenta a predição de toxicidade de compostos bioativos. A rutina foi classificada como não mutagênica no Teste de Ames e não mostrou potencial carcinogênico em camundongos nem em ratos. Já quercetina, ácido cafeico e ácido p-cumárico foram considerados mutagênicos, com resultados negativos para carcinogenicidade em camundongos, mas positivos em ratos. Isso sugere que, embora possam apresentar risco mutagênico, seu efeito carcinogênico pode variar entre espécies, assim como foi registrado para os ácidos graxos da junça. Ressalta-se que *P. aculeata* é uma PANC utilizada como complemento alimentar devido ao elevado teor de proteínas e ausência de toxicidade nas folhas (Marinelli, 2016; Zem *et al.*, 2018).

Quadro 3 - Predição de parâmetros toxicológicos para constituintes dos extratos de *P. aculeata*

Substâncias	Teste de Ames	Bioensaio de carcinogenicidade de 2 anos em camundongo	Bioensaio de carcinogenicidade de 2 anos em ratos
<b>Rutina</b>	Não mutagênico	Negativo	Negativo
<b>Quercetina</b>	Mutagênico	Negativo	Positivo
<b>Ácido cafeico</b>	Mutagênico	Negativo	Positivo
<b>Ácido p-cumárico</b>	Mutagênico	Negativo	Positivo

Fonte: A autora.

Dados: Teste de Ames - avalia o potencial mutagênico.

### 8.1.2.5 Análises reológicas

As características de qualidade de uma farinha podem ser determinadas por meio de equipamentos laboratoriais que avaliam as características reológicas das massas obtidas pela mistura de farinha e água, como absorção de água e força da farinha através das propriedades de mistura e de extensão (Lima, 1998). Essa pesquisa realizou análises farinográficas e extensográficas.

#### 8.1.2.5.1 Análises tecnofuncionais

**Capacidade de absorção de água (WAC), capacidade de absorção de óleo (OAC), solubilidade em água (WS), poder de intumescimento/expansão (SP), amido danificado (AD)**

A Tabela 16 apresenta os valores para as análises tecnofuncionais de capacidade de absorção de água (WAC), capacidade de absorção de óleo (OAC), solubilidade em água (WS), poder de intumescimento/expansão (SP) e amido danificado (AD) para farinhas de trigo e farinhas mistas.

Tabela 16 – Propriedades tecnofuncionais das farinhas de trigo e mistas

Análises	Tipos de Farinhas			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<b>WAC</b>	3,89 ± 0,42 <sup>ab</sup>	3,76 ± 0,09 <sup>b</sup>	4,36 ± 0,73 <sup>a</sup>	4,01 ± 0,17 <sup>ab</sup>
<b>OAC</b>	1,22 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,21 ± 0,02 <sup>a</sup>	1,23 ± 0,03 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,01 <sup>a</sup>
<b>WS</b>	2,47 ± 0,50 <sup>b</sup>	6,06 ± 0,83 <sup>a</sup>	5,49 ± 0,30 <sup>a</sup>	5,39 ± 0,29 <sup>a</sup>
<b>SP</b>	8,86 ± 0,32 <sup>ab</sup>	9,60 ± 0,35 <sup>a</sup>	9,47 ± 0,76 <sup>a</sup>	8,51 ± 0,55 <sup>b</sup>
<b>AD (%)</b>	6,39 ± 0,06 <sup>a</sup>	3,38 ± 0,35 <sup>a</sup>	4,45 ± 0,71 <sup>a</sup>	3,13 ± 0,20 <sup>b</sup>

Fonte: A autora.

Dados: Absorção de água (WAC), capacidade de absorção de óleo (OAC), solubilidade em água (WS) e poder de intumescimento/expansão (SP) das farinhas de trigo e farinhas mistas. (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey (p<0,05).

Os valores da Tabela 16 evidenciam que os valores de WAC, WS, SP e AD da farinha de trigo (FT 100%), que é o padrão, são alterados pela adição de farinhas das PANC. FT100% tem o maior desempenho para AD; OPNJUN se destaca para WAC e SP; OAC manteve-se estável.

A absorção de água na farinha de trigo é um parâmetro crucial para otimizar os

processos de panificação (Rezzette *et al.*, 2025). Quanto à capacidade de absorção de água (WAC), há diferenças significativas entre as farinhas. A farinha mista OPNJUN apresentou o maior valor de WAC (4,36) podendo favorecer maior capacidade de reter água, característica desejável em panificação ou massas. Segundo Rezzette *et al.* (2025), a WAC na farinha de trigo é complexa e multifatorial, sendo influenciada por diversos componentes, como proteína, amido danificado, amido solúvel e arabinoxilanos, assim, a interação desses componentes e sua influência na absorção de água podem variar significativamente quando se adicionam outras farinhas à farinha de trigo.

Para a capacidade de absorção de óleo (OAC), as farinhas mistas apresentaram valores próximos ao padrão FT 100%, não havendo diferenças significativas. Kyriakopoulou, Keppler e Van Der Goot (2021) demonstraram que a OAC desempenha um papel crucial na determinação da qualidade e da aceitabilidade dos alimentos. Huang *et al.* (2025) acrescentaram farinha de soja e outras técnicas à farinha de trigo, conseguindo reduzir a absorção de óleo durante a fritura, mantendo a crocância, a cor e atributos de saudabilidade.

Para solubilidade em água (WS), todas as farinhas mistas apresentaram valores maiores que FT100%, diferindo significativamente do padrão. Esse parâmetro é importante em produtos como sopas e molhos, onde a farinha precisa se dispersar e dissolver facilmente. No entanto, de acordo com González *et al.* (2021), quando a solubilidade em água é muito alta, as propriedades funcionais e sensoriais dos produtos alimentícios podem ser afetadas negativamente, diminuindo a aceitação dos consumidores com prazos de validade mais curtos.

Para o poder de intumescimento, a farinha mista OPNjun diferiu do padrão FT100%. Esse parâmetro indica a capacidade da farinha aumentar de volume quando aquecida em água, o que é relevante para massas e pães.

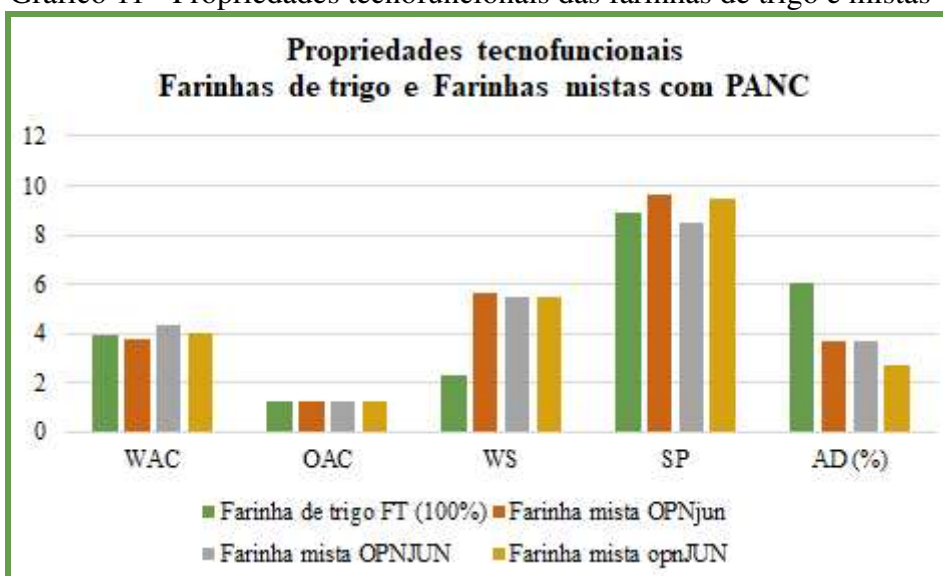
Na determinação do amido modificado (AD), a farinha de trigo apresentou o maior teor de amido danificado (6,39%) e as farinhas mistas apresentaram valores inferiores (3,38; 4,45 e 3,13). Ou seja, a adição de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* influenciou os valores de amido danificado e, assim, as suas qualidades (Gutkoski *et al.*, 2007).

De acordo com Wang, Li e Zheng (2020), durante o processo de moagem de um grão ou tubérculo, alguns grânulos de amido são danificados mecanicamente pelas forças de cisalhamento, ou seja, quebrados em pedaços menores, influenciando as características da farinha resultante, como absorção de água, velocidade de fermentação em panificação, cor, volume e vida de prateleira. Em uma farinha a ser usada para o preparo de biscoitos, é desejável um mínimo de amido danificado, pois quando o amido está intacto, não absorve

água à temperatura ambiente, mas quando está danificado absorve água na massa cerca de dez vezes mais (Bertolino; Braga, 2017).

Os valores da Tabela 16 foram plotados em no Gráfico 11 para melhor compreensão.

Gráfico 11 - Propriedades tecnofuncionais das farinhas de trigo e mistas



Fonte: A autora.

Dados: Absorção de água (WAC), capacidade de absorção de óleo (OAC), solubilidade em água (WS) e poder de intumescimento/expansão (SP) e amido danificado (AD) das farinhas de trigo e farinhas mistas.

A adição de PANC influencia nas propriedades tecnofuncionais da farinha de trigo (FT 100%) especialmente para OPNJUN e opnJUN, mostrando haver algum tipo de influência específica da PANC *C. esculentus* quando sua concentração (dentro dos 20% de adição na farinha de trigo) ultrapassa os 5%, o que demanda investigações mais aprofundadas.

Todas as farinhas mistas apresentaram maior capacidade de absorção de óleo (OAC), solubilidade em água (WS), poder de intumescimento/expansão (SP) e maior teor de amido danificado (AD) em comparação com a farinha de trigo (FT 100%).

## Glúten e Falling Number

De acordo com Silva (2024), a qualidade do trigo está diretamente relacionada à formação do glúten, um complexo protéico viscoelástico (formado por gliadina e glutenina) que, ao sofrer hidratação, passa a reter gás carbônico (CO<sub>2</sub>) durante um processo de fermentação.

A Tabela 17 mostra as análises realizadas para glúten e Falling Number para a



farinha de trigo e farinhas mistas de PANC.

Tabela 17 – Análise dos parâmetros de Glúten e Falling Number para Farinha de Trigo e Farinhas Mistadas

Análises	Tipos de Farinhas			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<b>Formação de Rede Glúten</b>	Sim	Não	Não	Não
<b>Glúten úmido (GU) %</b>	23,17 ± 0,52	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
<b>Glúten seco %</b>	7,69 ± 0,14	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
<b>Glúten Index (GUR) %</b>	98,52 ± 1,6	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
<b>Glúten perdido (GUP) %</b>	0,03 ± 0,04	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável
<b>Falling number (número de queda)</b>	379 ± 3,56	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável

Fonte: A autora.

Para a farinha de trigo, o glúten úmido verificado (23,17%) indicou boa quantidade de proteína e estrutura da massa. O glúten index foi de 98,52%. Pelos valores, sugere-se que FT100% se caracteriza como sendo forte e elástica. Houve perda mínima (glúten perdido 0,03%). O Falling Number foi de 379 (alto) correlacionando-se a baixa atividade da enzima  $\alpha$ -amilase (Silva, 2024). A farinha de trigo (FT 100%) está dentro da faixa preconizada de glúten úmido para biscoitos doces que é de 20-25%, porém o valor de Falling Number está acima do esperado para biscoitos cujo máximo é de 250 (Silva, 2024). As farinhas mistas OPNjun, OPNJUN e opnJUN não permitiram a formação de glúten e isso impediu a realização dos outros testes (Figura 40).

A formação do glúten ocorre quando as proteínas formadoras são hidratadas e submetidas à ação mecânica, resultando em uma substância elástica, aderente e insolúvel em água (Silva, 2024). A matriz proteica de glúten confere à massa propriedades reológicas (higroscopicidade, coesividade, viscosidade e elasticidade) essenciais para a estrutura e textura dos produtos (Šmídová; Rysová, 2022). Assim, pode-se pressupor que a ausência de glúten verificada com as farinhas de PANC pode limitar seus usos para o preparo de produtos como pães e/ou biscoitos fermentados.

Figura 40 – Fotografia mostrando o resultado do experimento realizado para determinação do teor de glúten



Fonte: A autora.

Dados: De acordo método 38-12.02 AACC (2000), por meio da lavagem de 10g da farinha de trigo com solução de cloreto de sódio a 2%, utilizando-se o aparelho Glutomatic Perten, seguido por centrifugação.

Consoante, de acordo com Savvateeva *et al.* (2025), as proteases são enzimas que, em excesso, podem interferir na formação do glúten, impactando parâmetros reológicos. Estudos de Shin, Kim e Kim (2013) verificaram que a formação da rede de glúten é dose-dependente e inversamente proporcional à porcentagem de adição de farinha de soja à farinha de trigo. Assim, embora o conteúdo de proteases das farinhas mistas de PANC não tenha sido avaliado, pode-se hipotetizar a sua presença como possível justificativa para os resultados encontrados nas análises, sendo obviamente necessários estudos posteriores para essa confirmação.

Tais estudos são importantes, pois, conforme demonstrado por Savvateeva *et al.* (2025), as proteases são candidatas promissoras para a degradação da proteína imunotóxica do glúten, uma característica relevante no processamento de alimentos, medicina (doença celíaca) e biotecnologia. Adicionalmente, as proteases vegetais, como as encontradas em plantas, frequentemente exibem maior estabilidade e uma ampla faixa de pH para atividade enzimática (Balakireva *et al.*, 2019), o que reforça sua capacidade de inibir a formação da rede de glúten durante a mistura da farinha.

Além da hipótese das proteases, pressupõe-se que a presença de taninos e alcaloides, verificada na análise fitoquímica experimental das PANC, possa ter relação. Taninos estão presentes em OPN (++) e podem formar complexos com proteínas impedindo a formação da rede de glúten (Haziman *et al.*, 2025). Alcaloides estão presentes em OPN (++) e JUN (++) e podem ocasionar formação de tanoato de alcaloide (com taninos) em quantidade suficiente para não permitir a formação da rede de glúten (Pereira *et al.*, 2023). Além disso, a

substancial presença de fibras, encontrada nas farinhas mistas de PANC, pode interferir no glúten.

#### 8.1.2.5.2 Caracterização farinográfica

Conforme metodologia já descrita, realizou-se a determinação das características farinográficas da farinha de trigo (FT 100%) e farinhas mistas (OPNjun, OPNJUN e opnJUN) utilizando o farinógrafo Brabender, com foco nos parâmetros: absorção de água, tempo de chegada, tempo de desenvolvimento e estabilidade. Objetivou-se com isso, avaliar como as farinhas mistas se comportam (quando misturadas à água e sob amassamento), comparando-as ao padrão FT100%. Todas as medidas foram feitas em triplicata e as médias (com respectivos desvios padrões) são mostradas na Tabela 18.

Tabela 18 – Características farinográficas das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN)

Análises	Tipos de Farinhas			
	Farinha de trigo FT (100%)	Farinha mista OPNjun	Farinha mista OPNJUN	Farinha mista opnJUN
<b>Absorção de água (%)</b>	58,90 ± 0,28 <sup>a</sup>	59,56 ± 0,48 <sup>b</sup>	60,86 ± 0,35 <sup>b</sup>	60,66 ± 0,71 <sup>b</sup>
<b>Tempo de chegada (min.)</b>	1,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,00 ± 0,00 <sup>a</sup>
<b>Tempo de desenvolvimento (min.)</b>	1,90 ± 0,15 <sup>a</sup>	8,03 ± 0,17 <sup>b</sup>	9,00 ± 0,20 <sup>c</sup>	8,36 ± 0,24 <sup>b</sup>
<b>Estabilidade (min.)</b>	0,60 ± 0,26 <sup>a</sup>	2,56 ± 0,11 <sup>b</sup>	2,15 ± 0,03 <sup>c</sup>	2,76 ± 0,17 <sup>b</sup>
<b>Tempo de saída (min.)</b>	3,10 ± 0,06 <sup>a</sup>	11,60 ± 0,13 <sup>b</sup>	13,03 ± 0,19 <sup>c</sup>	12,45 ± 0,15 <sup>c</sup>
<b>Índice de tolerância ITM (UF)</b>	75,00 ± 1,00 <sup>a</sup>	41,65 ± 0,15 <sup>b</sup>	37,75 ± 0,25 <sup>c</sup>	29,75 ± 0,25 <sup>d</sup>

Fonte: A autora.

Dados: Considere as três farinhas mistas preparadas pela adição de folhas desidratadas de *P. aculeata* (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *C. esculentus* (JUN) e farinha de trigo 100% (FT) nas seguintes proporções: (80%FT + OPNJUN – 50% + 50%; 80% FT + OPNjun – 75% + 25% e 80% FT + opnJUN – 25% + 75%). Para efeitos de limites de adição, considerou-se uma adição máxima de 20% das misturas das farinhas das PANC na farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros, M. (2020). As concentrações dessas farinhas nos 20% de adição foram definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) conforme proposto por Hariadi *et al.* (2024) e Montgomery (2009). Considere BU = unidades Brabender; UF = unidades farinográficas (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey (p<0,05).

As farinhas mistas se diferenciam significativamente do Padrão FT100% em todas as variáveis (exceto tempo de chegada). Quanto à absorção de água (expressa em %, na base de 14% de umidade), todas as farinhas mistas apresentaram maior absorção de água em relação a FT 100%, indicando que requerem mais água durante o processo de preparo de

produtos, ou seja, a adição de PANC à farinha de trigo aumentou a capacidade da mistura de reter água e OPNJUN apresentou o maior valor ( $60,86 \pm 0,35$ ).

De acordo com Bertolino e Braga (2017), a absorção de água está relacionada ao teor de proteínas, amido danificado e fibras. Assim, hipotetiza-se que na utilização das farinhas mistas para a fabricação de biscoitos, será requerido maior tempo de assamento, pois se trata de um produto de baixa umidade (Sebrae, 2008). Considerando que Rodríguez *et al.* (2018) enfatizam que farinhas que apresentam valores de absorção de água menores que 55% não são recomendadas para panificação, pois não permitem fenômenos essenciais para a obtenção de produtos de qualidade, as farinhas mistas apresentam absorção de água mais alta que o padrão FT100% e mais altas que 55%. Isso sugere que a adição de PANC pode ser benéfica em termos de absorção. Entretanto, de acordo com Bertolino e Braga (2017) a estabilidade reduzida, verificada na farinografia para as farinhas mistas, pode ter severo efeito na textura final de biscoitos, visto que é um parâmetro importante para a consistência da massa.

O tempo de chegada não se alterou. Todas as farinhas mistas apresentaram tempo de desenvolvimento mais longo que FT100%, sugerindo que essas misturas exigem mais tempo para alcançar a consistência ideal da massa, onde se acredita haver interações dos constituintes das PANC com a água.

No que consiste à estabilidade, as farinhas mistas apresentaram maiores valores de estabilidade que o padrão FT100%. De acordo com Costa *et al.* (2008, p. 224) a estabilidade de uma massa indica maior resistência ao amassamento.

Quanto ao tempo de saída, que é o tempo que a farinha leva para perder a consistência ideal, todas as farinhas mistas apresentaram diferença estatística do tempo de saída da farinha de trigo (FT 100%), o que corrobora com uma menor estabilidade dessas farinhas. OPNJUN é significativamente diferente das outras farinhas ( $11,60 \pm 0,13$ ) indicando que, talvez, haja implicação da concentração de *C. esculentus* nessa variável. Quanto ao índice de tolerância (ITM) todas as farinhas mistas apresentaram valores mais elevados que o padrão FT100%.

#### 8.1.2.5.3 Caracterização extensográfica

Na extensografia três parâmetros foram analisados: Resistência à Extensão (R) que indica a resistência à deformação; Resistência Máxima (RM) que indica a resistência máxima que a massa suporta antes de romper e Extensibilidade (E) que mede a capacidade da

massa em se esticar (Rodríguez *et al.*, 2018). Para melhor compreensão desses parâmetros, uma fotografia do experimento é mostrada na Figura 41, onde é possível visualizar em “A e B” a massa feita com uma das farinhas mistas e em “C”, a massa padrão farinha de trigo 100%.

Figura 41 – Fotografias em fundo escuro mostrando o experimento com as massas realizado no extensógrafo



Fonte: A autora. Dados: Em (A e B) extensógrafo com farinha mista. Em (C) extensógrafo com farinha de trigo. Detalhe para círculo evidenciando destaque do aspecto da massa aos ser tracionada.

Os valores obtidos nos ensaios extensográficos em três tempos de repouso (45', 90', 135') para FT100% e farinhas mistas são mostrados na Tabela 19.

Tabela 19 – Parâmetros de extensão das farinhas de trigo padrão (FT100%) e farinhas mistas de tubérculos de *C. esculentus* e folhas de *P. aculeata* (OPNjun; OPNJUN, opnJUN)

<b>Análise Extensográfica</b>				
<b>Resistência à extensão R (UE)</b>				
<b>Farinhas</b>	<b>FT 100%</b>	<b>OPNjun</b>	<b>OPNJUN</b>	<b>opnJUN</b>
<b>Tempo 45'</b>	31,33 ± 0,42 <sup>b</sup>	32,00 ± 0,63 <sup>ab</sup>	32,02 ± 0,64 <sup>ab</sup>	34,06 ± 0,58 <sup>a</sup>
<b>Tempo 90'</b>	31,00 ± 0,61 <sup>b</sup>	32,33 ± 0,47 <sup>a</sup>	34,08 ± 0,61 <sup>a</sup>	30,65 ± 0,88 <sup>ab</sup>
<b>Tempo 135'</b>	32,33 ± 0,44 <sup>ab</sup>	34,05 ± 0,71 <sup>a</sup>	33,07 ± 0,66 <sup>a</sup>	32,33 ± 0,53 <sup>ab</sup>
<b>Resistência máxima RM (UE)</b>				
<b>Farinhas</b>	<b>FT 100%</b>	<b>OPNjun</b>	<b>OPNJUN</b>	<b>opnJUN</b>
<b>Tempo 45'</b>	605,00 ± 0,59 <sup>c</sup>	537,08 ± 0,59 <sup>c</sup>	447,00 ± 0,34 <sup>d</sup>	457,00 ± 0,53 <sup>d</sup>
<b>Tempo 90'</b>	738,00 ± 0,81 <sup>b</sup>	742,91 ± 0,91 <sup>b</sup>	697,09 ± 0,75 <sup>b</sup>	811,00 ± 0,29 <sup>a</sup>
<b>Tempo 135'</b>	757,02 ± 0,67 <sup>b</sup>	807,00 ± 0,58 <sup>a</sup>	723,90 ± 0,63 <sup>b</sup>	800,90 ± 0,38 <sup>a</sup>
<b>Extensibilidade E (mm)</b>				
<b>Farinhas</b>	<b>FT 100%</b>	<b>OPNjun</b>	<b>OPNJUN</b>	<b>opnJUN</b>
<b>Tempo 45'</b>	201,66 ± 1,55 <sup>a</sup>	195,98 ± 0,59 <sup>a</sup>	161,33 ± 1,11 <sup>b</sup>	161,94 ± 0,67 <sup>b</sup>
<b>Tempo 90'</b>	182,66 ± 1,1 <sup>b</sup>	121,95 ± 0,48 <sup>c</sup>	121,29 ± 1,00 <sup>c</sup>	123,93 ± 0,56 <sup>c</sup>
<b>Tempo 135'</b>	180,90 ± 0,68 <sup>b</sup>	112,00 ± 0,67 <sup>d</sup>	112,66 ± 0,97 <sup>d</sup>	122,48 ± 0,72 <sup>c</sup>

Fonte: A autora.

Dados: Considere as três farinhas mistas preparadas pela adição de folhas desidratadas de *P. aculeata* (OPN), farinha de tubérculos desidratados de *C. esculentus* (JUN) e farinha de trigo 100% (FT) nas seguintes proporções: (80%FT + OPNJUN – 50% + 50%; 80% FT + OPNjun – 75% + 25% e 80% FT + opnJUN – 25% + 75%). Para efeitos de limites de adição, considerou-se uma adição máxima de 20% das misturas das farinhas das PANC na farinha de trigo, conforme preconizado por Medeiros, M. (2020). As concentrações dessas farinhas nos 20% de adição foram definidas por Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) conforme proposto por Hariadi *et al.* (2024) e Montgomery (2009). Considere UE = unidades extensográficas; (±) erro padrão; \*Letras distintas em uma mesma linha = diferença estatística significativa no teste de Tukey (p<0,05).

Na Resistência à Extensão (R) em 45', opnJUN apresentou maior resistência comparativamente ao padrão FT100%, onde OPNjun e OPNJUN não tiveram diferença estatística significativa em relação a opnJUN e FT100%. Em 90' OPNJUN e OPNjun apresentaram resistências maiores que FT100% e opnJUN. Em 135' OPNjun e OPNJUN mantiveram as maiores resistências. Na Resistência Máxima (RM) em 45' FT100% apresentou a maior RM; em 90' opnJUN apresentou a maior RM; em 135' OPNjun e opnJUN apresentaram maior RM. Na Extensibilidade (E) em 45' FT100% e OPNjun mostraram os maiores valores; em 90' FT 100% manteve o maior valor e em 135' também (Figura 18 A-C).

A adição das farinhas de PANC à farinha de trigo alterou significativamente as propriedades extensográficas da massa, o que provavelmente pode ser atribuído aos maiores teores de fibras e proteínas. Além disso, ressalta-se que pode haver correlação desses parâmetros com a interferência na formação do glúten constatada na Tabela 17. De acordo com Rodríguez *et al.* (2018), a adição de farinha de *Plukenetia volubilis* L. (castanha do Peru) ocasionou um aumento de fibras e melhora dos parâmetros funcionais de uma massa de pão, mas interferiu negativamente nos parâmetros extensográficos da massa. Segundo Bertolino e

Braga (2017) para biscoitos doces a Extensibilidade deve variar de 190-260mm, onde apenas FT100% e OPNjun atingiram esse parâmetro. As outras farinhas mistas apresentaram valores mais baixos.

#### *8.1.2.6 Desenvolvimento e análise de produto*

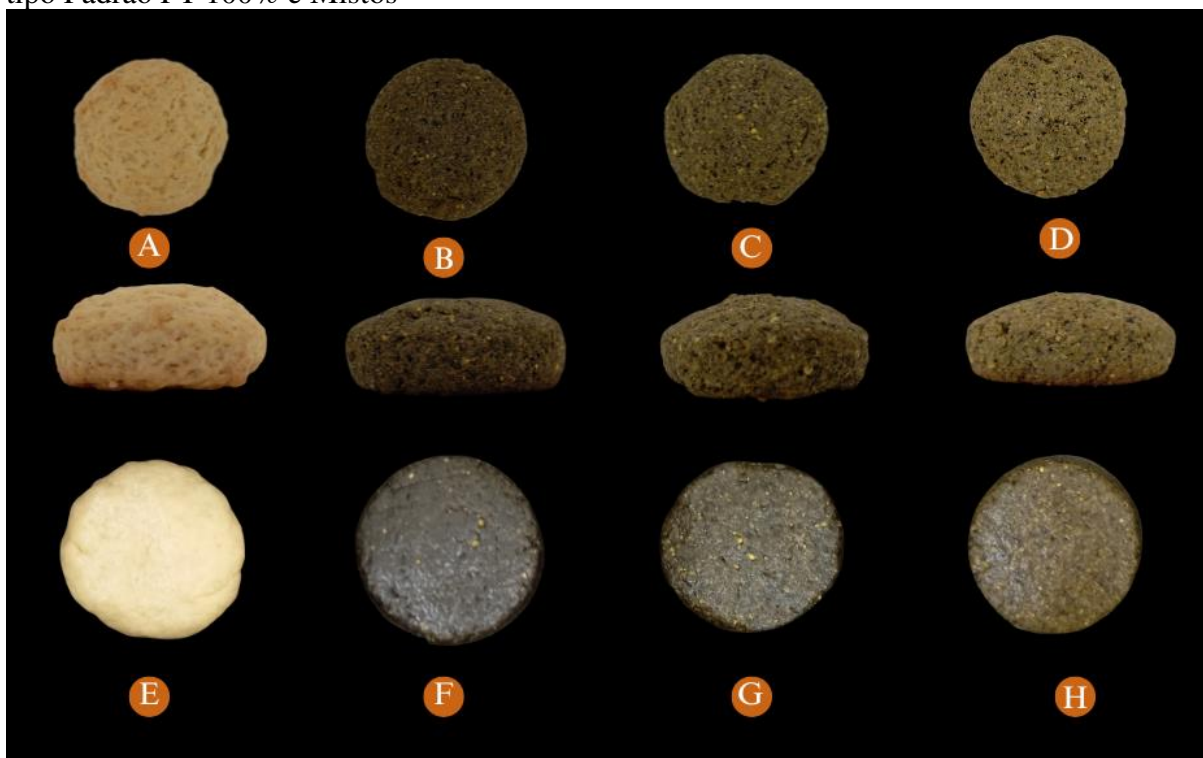
##### *8.1.2.6.1 Propriedades físicas e físico-químicas dos biscoitos*

De acordo com Bertolino e Braga (2017), na fabricação de biscoitos coabitam a tecnologia e o processo artesanal, misturando-se conceitos de engenharia, física e química, para se alcançar o estado da arte visando encantar sensorialmente o consumidor final mas também proporcionar aportes nutricionais adequados e seguros.

A Figura 42, apresenta as fotografias dos biscoitos preparados com farinha de trigo e farinhas mistas, dispostos frontalmente e lateralmente.

Os biscoitos são denominados: Padrão FT 100% (A e E) e Mistos OPNjun (B e F), OPNJUN (C e G) e opnJUN (D e H), onde E, F, G e H representam as massas cruas dos biscoitos e A, B, C e D representam os biscoitos assados em forno elétrico a 180°C segundo Silva *et al.* (2001) com acréscimo no tempo de assadura de 12 para 15 minutos.

Figura 42 – Fotografia em fundo escuro mostrando as massas cruas e os biscoitos (*cookies*) tipo Padrão FT 100% e Mistos



Fonte: A autora.

Dados: Considere biscoito Padrão FT 100% (A e E) e biscoitos Mistos OPNjun (B e F), OPNJUN (C e G) e opnJUN (D e H), onde E, F, G, H representam as massas de biscoitos não assadas e A, B, C, D representam os biscoitos assados. As formulações de biscoitos tipo cookie padrão foram preparadas conforme o método 10-50D da American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), e a quantidade otimizada de água destilada (bq.o.) foi de 15,5 mL, ajustada conforme o mesmo método, com base nas diretrizes da AACC (2000) e Silva *et al.* (2001) onde no preparo do biscoito Padrão FT100% foi utilizada apenas farinha de trigo; no biscoito OPNjun foi utilizada a farinha mista OPNjun; no biscoito OPNJUN foi utilizada a farinha mista OPNJUN e no biscoito opnJUN foi utilizada a farinha mista opnJUN.

Visualmente, após o tempo de assadura (Fig. 42 B-D), os biscoitos mistos ficaram levemente mais claros que suas massas não assadas (Fig. 42 F-H), com caramelo nas bases. O biscoito padrão (Fig. 42 A e E) sofreu escurecimento uniforme, sendo possível visualizar melhor a Reação de Maillard, que ocorre entre os açúcares redutores e aminoácidos, geralmente em temperaturas acima de 140°C (Francisquini *et al.*, 2017).

Os biscoitos mistos variaram bastante em relação ao padrão, tanto na cor, quanto no aspecto mais rústico, que possivelmente se relaciona aos maiores teores de fibras, proteínas e clorofilas das farinhas mistas. A rusticidade parece ter influência da farinha de *C. esculentus*, uma vez que é possível observar pontos mais claros em todas as massas de biscoitos mistos. Também é possível observar na Figura 42 (B) que o biscoito misto OPNjun parece ser um pouco mais baixo que os outros biscoitos, evidenciando que *P. aculeata*, em concentrações mais elevadas possa influenciar na expansão de volume das massas.



A Tabela 20 apresenta as médias dos dados experimentais obtidos para os biscoitos como: peso e altura antes do forneamento, peso pós-forneamento, diâmetro, fator de expansão e volume específico após o forneamento. As massas cruas foram criteriosamente cortadas com um cortador inox circular de 5cm.

Tabela 20 – Caracterização física dos biscoitos Padrão FT 100% e Mistos OPNjun, OPNJUN e opnJUN

Análises	Tipos de Biscoitos			
	Padrão FT (100%)	Misto OPNjun	Misto OPNJUN	Misto opnJUN
<b>Peso antes do forneamento (g)</b>	32,61 ± 0,15 <sup>a</sup>	32,62 ± 0,08 <sup>a</sup>	32,78 ± 0,25 <sup>a</sup>	32,49 ± 0,06 <sup>a</sup>
<b>Peso após forneamento (g)</b>	25,95 ± 0,70 <sup>b</sup>	26,04 ± 0,06 <sup>ab</sup>	26,95 ± 0,06 <sup>a</sup>	26,19 ± 0,25 <sup>ab</sup>
<b>Diâmetro (cm)</b>	5,27 ± 0,11 <sup>ab</sup>	5,24 ± 0,09 <sup>b</sup>	5,40 ± 0,06 <sup>a</sup>	5,32 ± 0,15 <sup>ab</sup>
<b>Altura antes do forneamento (cm)</b>	1,40 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,39 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,40 ± 0,00 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>Fator de Expansão (cm)</b>	2,30 ± 0,00 <sup>a</sup>	2,08 ± 0,05 <sup>ab</sup>	2,04 ± 0,04 <sup>ab</sup>	2,14 ± 0,04 <sup>a</sup>
<b>Volume específico (mL)</b>	32,80 ± 1,20 <sup>b</sup>	35,66 ± 1,11 <sup>ab</sup>	35,28 ± 0,85 <sup>ab</sup>	40,00 ± 0,66 <sup>a</sup>
<b>Colorimetria</b>				
<b><i>L</i>*</b>	78,38 ± 1,03 <sup>a</sup>	37,42 ± 0,06 <sup>d</sup>	42,49 ± 0,15 <sup>c</sup>	51,61 ± 0,31 <sup>b</sup>
<b><i>a</i>*</b>	6,03 ± 0,90 <sup>a</sup>	-1,23 ± 0,03 <sup>b</sup>	-1,62 ± 0,05 <sup>b</sup>	-1,53 ± 0,14 <sup>b</sup>
<b><i>b</i>*</b>	35,70 ± 1,40 <sup>a</sup>	13,54 ± 0,11 <sup>d</sup>	16,52 ± 0,20 <sup>c</sup>	21,29 ± 0,20 <sup>b</sup>

Fonte: A autora.

Dados: Dados: Considere biscoito Padrão FT 100% (A e E) e biscoitos Mistos OPNjun (B e F), OPNJUN (C e G) e opnJUN (D e H), onde E, F, G, H representam as massas de biscoitos cruas e A, B, C, D representam os biscoitos assados. As formulações de biscoitos tipo cookie padrão foram preparadas conforme o método 10-50D da American Association of Cereal Chemists (AACC, 1995), e a quantidade otimizada de água destilada (bq.o.) foi de 15,5 mL, ajustada conforme o mesmo método, com base nas diretrizes da AACC (2000) e Silva *et al.* (2001) onde no preparo do biscoito Padrão FT100% foi utilizada apenas farinha de trigo; no biscoito OPNjun foi utilizada a farinha mista OPNjun; no biscoito OPNJUN foi utilizada a farinha mista OPNJUN e no biscoito opnJUN foi utilizada a farinha mista opnJUN. (±) erro padrão; Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. (*L*\*, *a*\*, *b*\*) representam os dados de colorimetria onde, *L*\* indica a luminosidade ou brilho de uma amostra, *a*\* representa a posição entre vermelho e verde, e *b*\* representa a posição entre amarelo e azul.

Os pesos pós-forneamento evidenciam uma redução significativa em todas as amostras pela cocção. A umidade é um parâmetro crítico em biscoitos influenciando sua conservação. Conforme observado por Bertolino e Braga (2017), durante o forneamento, a

massa do biscoito sofre quatro modificações principais: redução da densidade, resultando em textura aberta e porosa; diminuição da umidade, variando de 1,00% a 3,50%; alteração da coloração superficial e modificação do sabor.

Não houve diferença estatisticamente significativa no rendimento em peso entre o padrão (FT100%), OPNjun e opnJUN. Apenas OPNJUN foi maior, mas não significativamente diferente de OPNjun e opnJUN. Ou seja, a substituição parcial da farinha de trigo por diferentes farinhas mistas não impacta de forma relevante a perda de massa durante o processo de forneamento dos biscoitos, portanto não compromete significativamente seu rendimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Dada *et al.* (2024) com biscoitos de farinhas de soja, amêndoa e gergelim.

Quanto ao diâmetro, o biscoito misto OPNJUN apresentou o maior parâmetro ( $5,40 \pm 0,06$ ), sugerindo que essa formulação se espalhou mais durante o forneamento. Para o fator de expansão, o biscoito Padrão FT100% apresentou o maior fator de expansão, indicando que parece haver uma interferência nesse fator pela composição das farinhas mistas utilizadas no preparo dos biscoitos. O biscoito opnJUN não apresentou diferença estatística em relação ao padrão. Infere-se que uma maior concentração de *C. esculentus* possa estar relacionada a um maior teor de amido, influenciando esse parâmetro.

Quanto ao volume específico, o biscoito opnJUN apresentou o maior volume em relação ao padrão FT100%. Isso indica que ele apresenta maior leveza e aeração, contudo pode ocasionar friabilidade, ou seja, será mais propenso à quebra. Em geral, todos os biscoitos mistos apresentaram volumes específicos superiores ao PadrãoFT100%.

Quanto à colorimetria, todos os biscoitos mistos apresentaram luminosidade ( $L^*$ ) bem inferior ao PadrãoFT100% ( $78,38 \pm 1,03$ ), seguido por opnJUN ( $51,61 \pm 0,31$ ). Os valores de vermelho-verde ( $a^*$ ) foram negativos para todos os biscoitos mistos, indicando uma predominância de verde, o que pode se relacionar ao teor de clorofila das PANC, especialmente *P. aculeata*. Para amarelo-azul ( $b^*$ ) o maior valor foi para o PadrãoFT100% ( $35,70 \pm 1,40$ ) com tendência ao amarelo, seguido por opnJUN ( $21,29 \pm 0,20$ ).

A cor e o volume específico foram os parâmetros que mais variaram entre os biscoitos em comparação com o padrão. Essas conclusões estão de acordo com os estudos de Silva *et al.* (2001) que também encontraram diferenças nos mesmos parâmetros para biscoitos preparados com a farinha de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) e jatobá da mata (*Hymenaea stilbocarpa* Mart.) adicionadas à farinha de trigo.

A Tabela 21 apresenta a composição centesimal obtida para os biscoitos, onde é possível verificar que as características das farinhas mistas se refletem nos biscoitos preparados com elas, resultando em perfis nutricionais distintos.

Tabela 21 – Composição centesimal dos biscoitos tipo Padrão FT 100% e Mistos OPNjun, OPNJUN e opnJUN em g/100g (%) de material seco

Análises	Tipos de Biscoitos			
	Padrão FT (100%)	Misto OPNjun	Misto OPNJUN	Misto opnJUN
<b>Proteína</b>	3,83 ± 0,12 <sup>ab</sup>	4,11 ± 0,13 <sup>b</sup>	4,03 ± 0,12 <sup>b</sup>	3,47 ± 0,11 <sup>a</sup>
<b>Umidade</b>	10,29 ± 0,29 <sup>c</sup>	13,43 ± 0,37 <sup>b</sup>	14,11 ± 0,39 <sup>a</sup>	11,91 ± 0,33 <sup>b</sup>
<b>Lipídios</b>	14,17 ± 0,39 <sup>a</sup>	14,42 ± 0,40 <sup>a</sup>	14,51 ± 0,40 <sup>a</sup>	14,86 ± 0,41 <sup>a</sup>
<b>Carboidratos totais</b>	70,68 ± 0,89 <sup>b</sup>	65,75 ± 0,76 <sup>a</sup>	65,53 ± 0,75 <sup>a</sup>	68,23 ± 0,82 <sup>a</sup>
<b>Cinzas</b>	1,04 ± 0,05 <sup>c</sup>	2,29 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,83 ± 0,07 <sup>b</sup>	1,52 ± 0,06 <sup>b</sup>
<b>Fibra bruta</b>	0,48 ± 0,03 <sup>d</sup>	2,09 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,26 ± 0,05 <sup>c</sup>	1,88 ± 0,08 <sup>b</sup>
<b>Energia kcal/100g</b>	425,57	409,22	408,83	420,54

Fonte: A autora.

Dados: Considere os três biscoitos mistos preparadas pela adição das três farinhas mistas (80%FT + OPNJUN – 50% + 50%; 80% FT + OPNjun – 75% + 25% e 80% FT + opnJUN – 25% + 75%); Biscoito Padrão FT100% apenas farinha de trigo. (±) erro padrão; Médias com letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as amostras. Carboidratos = 100 – somatório de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras (Anvisa, 2005). Valor energético = somatório (4 x proteínas + 4 x carboidratos + 9 x lipídios).

No que consiste ao teor de proteínas, é possível observar que os biscoitos mistos OPNjun e OPNJUN apresentaram valores mais elevados que o Padrão FT100%. O biscoito misto opnJUN apresentou o menor teor de proteínas, sendo inferior ao padrão.

Quanto à umidade, todos os biscoitos mistos apresentaram um teor acima do Padrão FT100%, o que pode influenciar a vida de prateleira desses produtos. Os valores de umidade de FT100%, OPNjun e opnJUN cumprem o limite preconizado pela legislação vigente que é de 14,00% (Brasil, 1978). Porém, o biscoito OPNJUN apresentou umidade igual a 14,11% estando fora da especificação. Isso significa que há necessidade de aumentar o tempo de forneamento para essa formulação. De acordo com Silva *et al.* (2001) há interferência dos ingredientes das fórmulas e do tempo de assamento na umidade final de biscoitos preparados com farinhas mistas vegetais.

Os teores de lipídios se apresentaram relativamente elevados para todas as formulações, incluindo o Padrão FT100%, com ligeira tendência ao aumento em opnJUN. Segundo Bertolino e Braga (2017), os lipídios têm muita importância nos parâmetros

tecnológicos dos biscoitos, uma vez que funcionam como amaciadores, contribuem para o aroma e sabor, melhorando também a expansão, a lubrificação e a expansão da massa.

Para cinzas, todos os biscoitos mistos apresentaram teores superiores bem significativos em relação ao Padrão FT100%, sendo que o biscoito misto OPNjun apresentou um incremento de cerca de 200%. O biscoito misto OPNjun (2,25g /100g) está dentro do limite de cinzas permitido pela legislação brasileira, cujo máximo para biscoitos é de 3,00g /100g (Brasil, 2005).

Para fibras, os biscoitos apresentaram as maiores diferenças. Todos os biscoitos mistos apresentaram aumento, sendo que OPNjun apresentou um incremento de cerca de 400% em relação ao Padrão FT100%. Segundo Silva *et al.* (2001), a substituição de 10% da farinha de trigo por farinha de jatobá-do-cerrado e jatobá-da-mata, em biscoitos resultou em um aumento no teor de fibra alimentar total. Entretanto, nenhuma das formulações de biscoitos mistos elaboradas com as farinhas das PANC *P. aculeata* (folhas) e *C. esculentus* (tubérculos) a 20% em farinha de trigo, atendeu aos critérios da Portaria n° 27/1998 da Anvisa para alimentos fonte de fibras, visto que um alimento sólido para ser considerado fonte de fibra alimentar deve possuir no mínimo 3g de fibras/100g de sólidos, e como de alto teor de fibras, no mínimo 6g/100g (Brasil, 1998). Salienta-se como limitação, que a medida realizada por este estudo foi de fibra bruta e não de fibra alimentar total, que utiliza um método mais moderno e preciso para aferição. Assim, estudos futuros podem ser necessários objetivando verificar fibras solúveis e insolúveis, que não foram objeto dessa pesquisa, bem como a utilização de concentrações mais elevadas de PANC.

Para carboidratos, os biscoitos mistos têm valores ligeiramente inferiores ao Padrão FT100%. Para energia em kcal/100g, os biscoitos OPNjun e OPNJUN apresentaram valores ligeiramente menores, enquanto para Padrão FT100% e opnJUN foram mais próximos.

As variações encontradas nos teores de umidade, fibras e cinzas sugerem que as farinhas mistas tenham impacto nas propriedades nutricionais e sensoriais, sendo indicadores importantes para o desenvolvimento de biscoitos com apelo saudável e para otimização de características sensoriais, conforme Silva *et al.* (2001).

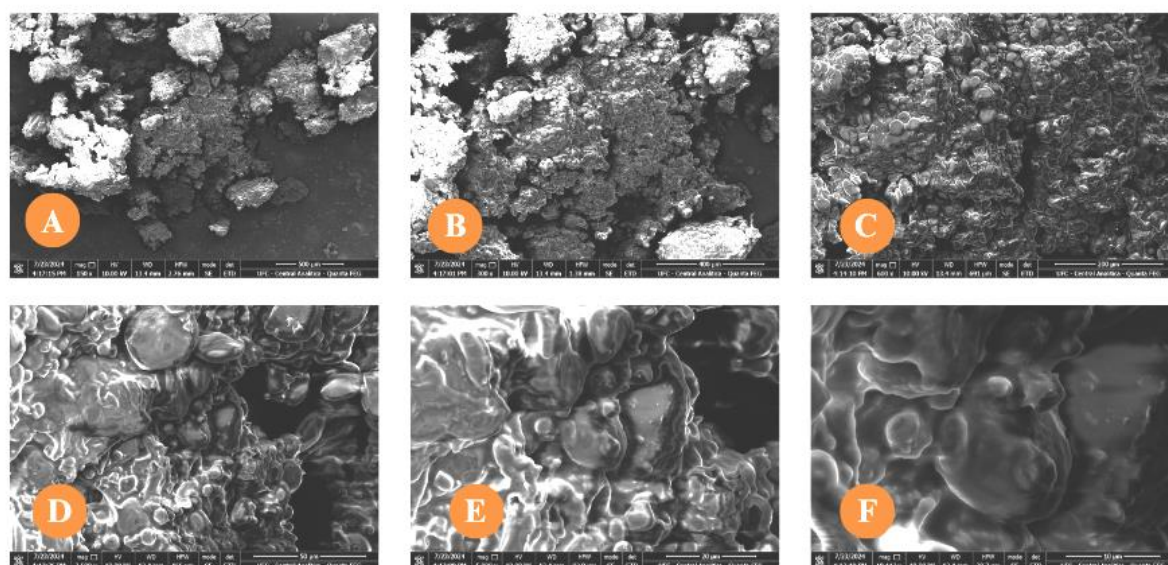
### **Microscopia eletrônica de varredura (MEV)**

Foram realizadas eletromicrografias usando uma tensão de 10.00 kV com ampliações de 300x, 600x, 1.300x, 2.500x, 5.000x e 10.000x para os biscoitos preparados

com farinha de trigo (Padrão FT100%) e para os biscoitos preparados com farinhas mistas (OPNjun, OPNJUN e opnJUN).

A Figura 43 evidencia as fotomicrografias (A-F) para o biscoito Padrão FT100%. É possível observar que a distribuição dos constituintes se apresenta heterogênea, o que pode afetar a textura e a quebra do biscoito (A, B e C). Em D, E e F os detalhes da estrutura do biscoito são mostrados, evidenciando poros, presença de estruturas esféricas/ovais sugerindo grânulos de amido e matriz protéica de glúten.

Figura 43 - Fotomicrografias MEV para o biscoito Padrão FT100%

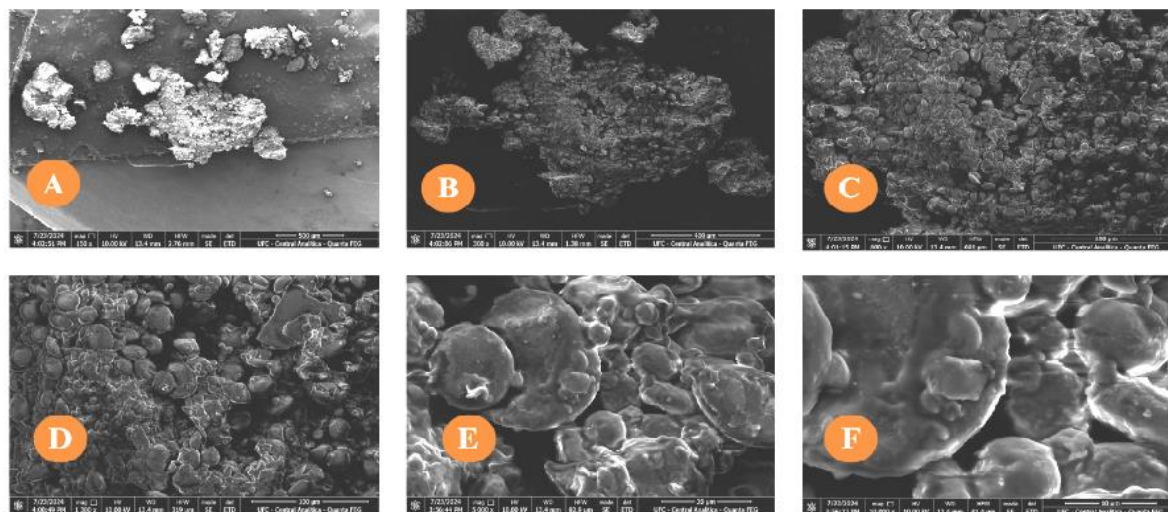


Fonte: Modificado pela autora a partir de Central Analítica UFC.

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400  $\mu$ m (B) = 600x e barra de escala de 200  $\mu$ m (C) = 1.300x e barra de escala de 100  $\mu$ m, D = 2.500x e barra de escala de 50  $\mu$ m; (E) = 5.000x e barra de escala de 20  $\mu$ m; (F) = 10.000x e barra de escala de 10  $\mu$ m. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

A Figura 44 evidencia as fotomicrografias (A-F) para o biscoito misto OPNjun. É possível observar que a distribuição dos ingredientes se apresenta heterogênea, com aglomerados e partículas irregulares, o que pode ser influenciado pelas farinhas mistas de *P. aculeata* e *C. esculentus*, afetando a textura e a quebra do biscoito (A, B e C). Em D, E e F os detalhes da estrutura do biscoito são mostrados, evidenciando poros e presença de estruturas esféricas/ovais sugerindo grânulos de amido. Não se visualiza rede de glúten. Pode-se depreender que a textura parece ser mais densa, úmida e compacta em comparação com as imagens do biscoito Padrão FT100%, o que pode ser devido a um maior teor de fibras e proteínas provenientes das PANC.

Figura 44 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto OPNjun

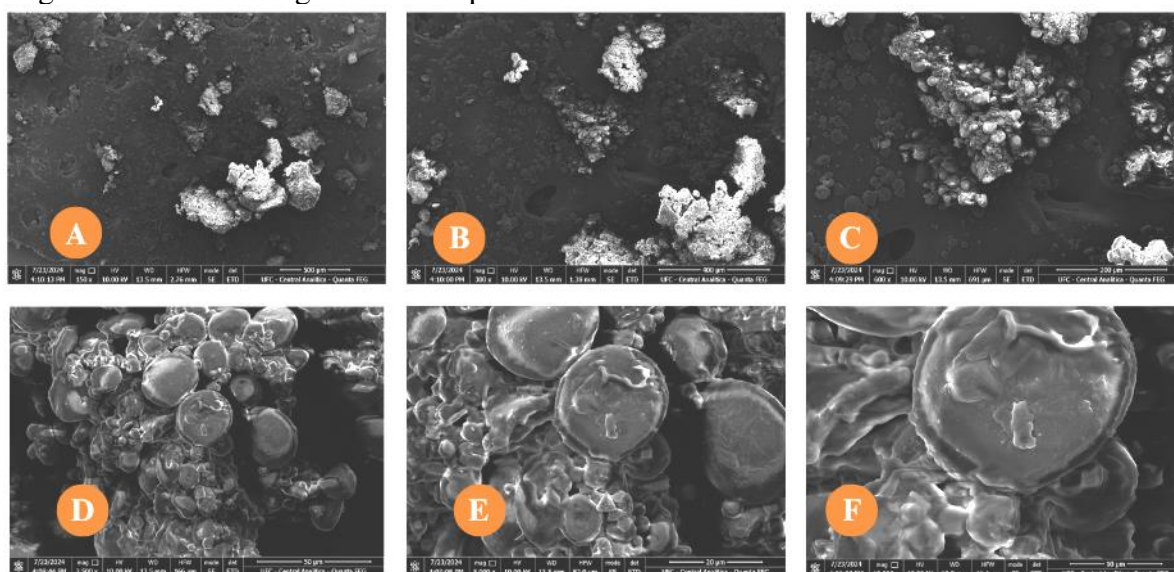


Fonte: Modificado pela autora a partir de Central Analítica UFC.

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 μm (B) = 600x e barra de escala de 200 μm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 μm, D = 2.500x e barra de escala de 50 μm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20 μm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10 μm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

A Figura 45 evidencia as fotomicrografias (A-F) para o biscoito misto OPNJUN. É possível observar que a distribuição dos ingredientes se apresenta heterogênea, com aglomerados e partículas irregulares, o que pode ser influenciado pelas farinhas mistas de *P. aculeata* e *C. esculentus*, afetando também a textura e a quebra do biscoito (A, B e C). Em D, E e F os detalhes da estrutura do biscoito são mostrados, evidenciando poros e presença de estruturas esféricas/ovais sugerindo grânulos de amido. Não se visualiza rede de glúten. Pode-se depreender que a textura parece ser semelhante a OPNjun, ou seja, mais densa, úmida e compacta em comparação com as imagens do biscoito Padrão FT100%.

Figura 45 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto OPNJUN



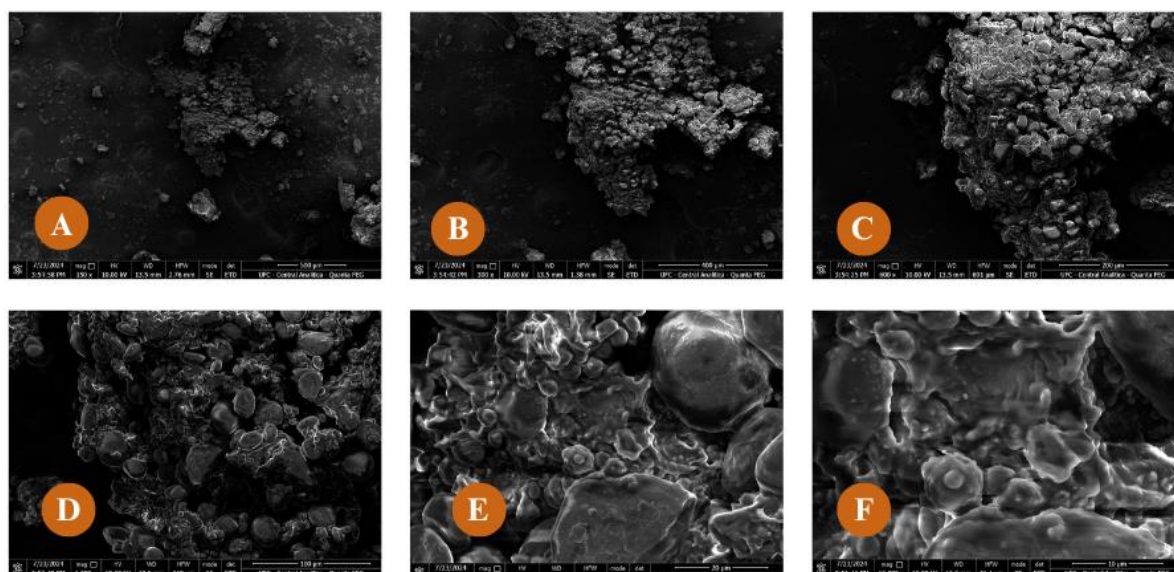
Fonte: Modificado pela autora a partir de Central Analítica UFC.

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400  $\mu\text{m}$  (B) = 600x e barra de escala de 200  $\mu\text{m}$  (C) = 1.300x e barra de escala de 100  $\mu\text{m}$ , D = 2.500x e barra de escala de 50  $\mu\text{m}$ ; (E) = 5.000x e barra de escala de 20  $\mu\text{m}$ ; (F) = 10.000x e barra de escala de 10  $\mu\text{m}$ . Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

As imagens de microscopia eletrônica (A-F) da Figura 46 revelam a estrutura interna do biscoito misto opnJUN. Observa-se que a distribuição dos ingredientes não é uniforme, tem maior presença de aglomerados e partículas de tamanhos variados. Não se visualiza rede de glúten. Essa distribuição desigual, provavelmente influenciada pelas farinhas de *P. aculeata* e *C. esculentus*, pode impactar a textura e a capacidade de quebra do biscoito (A, B e C). As imagens de alta resolução (D, E e F) mostram detalhes da estrutura interna do biscoito, como a presença de poros e maior presença de estruturas esféricas/ovais sugerindo grânulos de amido comparativamente a OPNjun e OPNJUN. Comparado às imagens do biscoito padrão feito exclusivamente com farinha de trigo (FT100%), o biscoito opnJUN apresenta uma textura mais fibrosa.



Figura 46 - Fotomicrografias MEV para o biscoito misto opnJUN



Fonte: Modificado pela autora a partir de Central Analítica UFC.

Dados: A tensão do MEV foi de 10.00 kV. Ampliações de (A) = 300x e barra de escala de 400 μm (B) = 600x e barra de escala de 200 μm (C) = 1.300x e barra de escala de 100 μm, D = 2.500x e barra de escala de 50 μm; (E) = 5.000x e barra de escala de 20 μm; (F) = 10.000x e barra de escala de 10 μm. Equipamento: Microscópio Eletrônico de Varredura FEI® Quanta 450 FEG.

## 8.2 Análises de mercado

As análises consistiram em análise cienciométrica, análise de mercado consumidor utilizando *survey* e análise de produto/consumo com grupo focal, onde ao final se realizou uma triangulação desses dados.

### 8.2.1 Análise cienciométrica

A análise cienciométrica, segundo Chen e Song (2019), otimiza a identificação e síntese de evidências científicas, auxiliando na identificação de temas relevantes em uma determinada área que se deseja investigar, direcionando mais assertivamente estudos futuros. Ou seja, ao se fazer uma análise cienciométrica sobre PANC, *P. aculeata* e *C. esculentus*, buscou-se detalhar todas as pesquisas que foram realizadas em um determinado período, autores, os países que mais pesquisaram na área e as temáticas mais importantes.

Com isso, pôde-se ter uma noção sobre as áreas que ainda carecem de mais pesquisas, especialmente tendo como premissa a necessidade de se promover a fitoalimurgia,



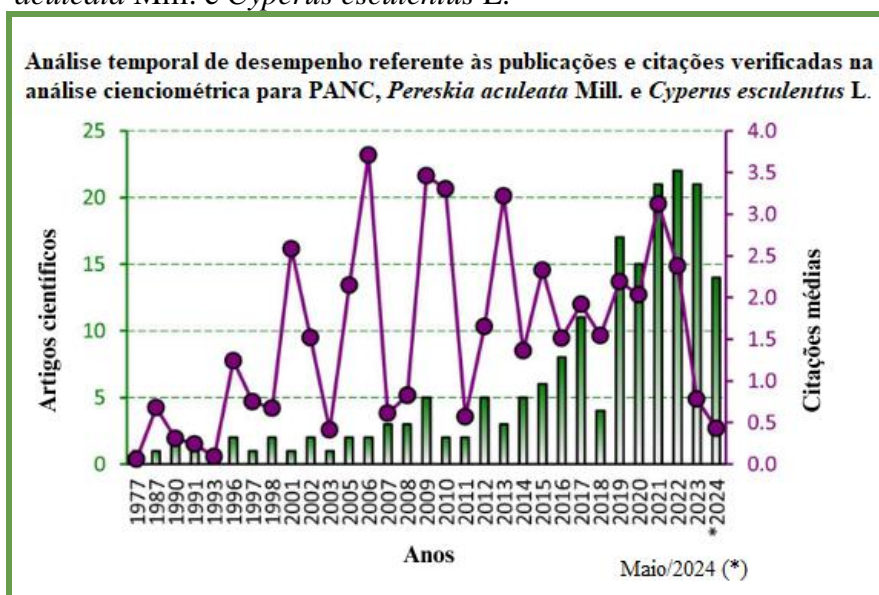
a sustentabilidade, bem como, os potenciais tecnológicos e alimentícios das PANC, especialmente ora-pro-nóbis e junça no Brasil.

A análise revelou um campo de pesquisa dinâmico e multidisciplinar, com grande potencial para avanços científicos e aplicações práticas, detalhado a seguir.

#### 8.2.1.1 Estudo da evolução temporal das publicações e campos de estudo

A evolução da análise de desempenho referente às publicações e citações é apresentada no Gráfico 12. Observa-se que o primeiro artigo publicado foi em 1977 e tinha como foco o estudo nutritivo do concentrado proteico foliar de *Pereskia aculeata* (Dayrell; Vieira, 1977).

Gráfico 12 - Análise de desempenho referente às publicações e citações verificadas na análise cienciométrica para PANC, *Pereskia aculeata* Mill. e *Cyperus esculentus* L.



Fonte: Modificado pela autora a partir de dados do VOSviewer.

Dados: O Eixo x corresponde aos anos. (\*) O ano de 2024 foi avaliado até o mês de maio, não correspondendo a um período completo, pois foi referente ao período de coleta dos dados. O Eixo y corresponde à quantidade de artigos científicos publicados.

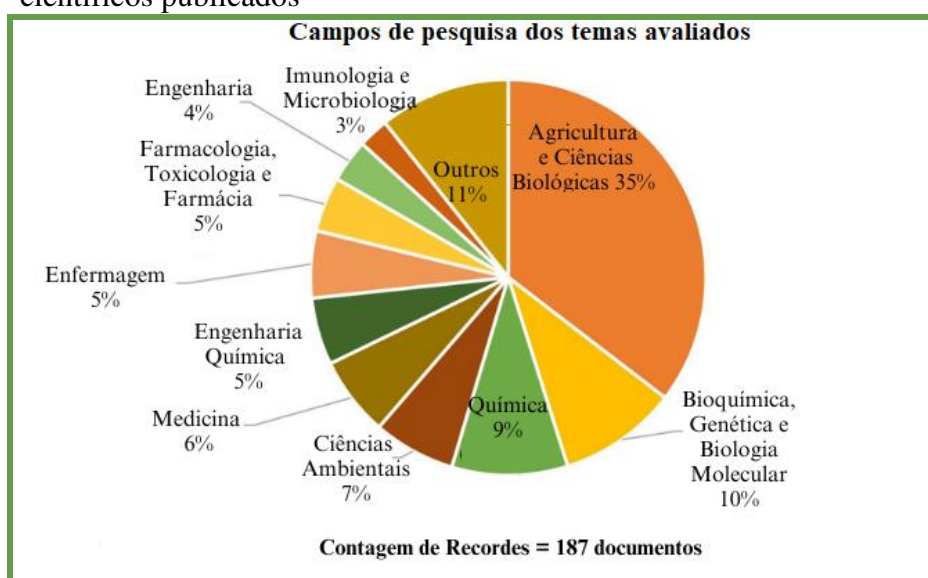
Até o ano de 2006, o número de documentos publicados por ano não superava 2, porém, de 2015 a 2022 o crescimento foi substancial, passando de 6 documentos por ano para 22. Em 2023 e 2024 (até maio) houve um pequeno decréscimo para 21 e 14, respectivamente. Entre os anos de 2015 e 2024 foram publicados 139 artigos, aproximadamente 14 artigos por ano. Portanto, a média de artigos publicados a partir de 2015 é bem superior à média de todo

o período considerado (4 artigos por ano), evidenciando um crescente interesse na temática.

Não existe um padrão de crescimento nas publicações, mas o ano de 2022 foi o ano com maior volume de artigos publicados (22 no total), havendo, no geral, uma tendência de crescimento de publicações que também é corroborada por uma tendência de crescimento da média de citações, sendo os anos de 2006 e 2009 os que obtiveram maiores médias de citações (3,71 e 3,46 respectivamente). O ano de 2024 possui 14 documentos publicados até o mês de junho e uma média de citações de 0,43.

No Gráfico 13 são apresentados os campos de pesquisa relacionados aos temas avaliados. Estes podem direcionar para as respostas e lacunas que necessitam ser respondidas pela comunidade científica.

Gráfico 13 – Campos de pesquisa dos temas avaliados pelos artigos científicos publicados



Fonte: Modificado pela autora a partir de dados do VOSviewer.

Verifica-se que há um interesse dominante no campo de pesquisa em Agricultura e Ciências Biológicas, 35%. Isso sugere um forte interesse no cultivo, produção e características biológicas dessas plantas, o que pode estar relacionado a um foco para otimizar e entender o desenvolvimento das espécies, bem como para explorar o potencial agregado dessas plantas como fonte de alimento e outros produtos. O campo da Bioquímica, Biologia Molecular e Química representa  $\approx 25\%$  nos estudos. Isso sinaliza interesse por conhecer os compostos químicos presentes nessas plantas, suas propriedades e seus efeitos, o que pode envolver desde estudos sobre a composição nutricional, a compostos bioativos, propriedades medicinais até aplicações industriais das PANC. Outros campos relevantes foram:

Bioquímica, Genética e Biologia Molecular, 10%; Química, 9% e Ciências Ambientais e Medicina representam, 13%. Essa multidisciplinaridade mostra a importância do campo de estudo das PANC, bem como os nichos de pesquisa que podem ser explorados.

As áreas com menor representatividade foram: Imunologia e microbiologia (3%), Engenharia (4%), Farmacologia, toxicologia e farmácia (5%), Enfermagem (5%), Engenharia química (5%) e Medicina (6%).

No geral, constatou-se um forte foco relacionado à biologia, química e agricultura. Entretanto, não foram categorizados estudos da área de educação, que corroborassem para o uso das PANC em programas educacionais, materiais didáticos ou conscientização pública. Também não foram relevantes estudos da área de marketing relacionados à análise de mercado ou comportamento do consumidor. Isso pode indicar possíveis lacunas a serem preenchidas por pesquisas futuras.

Enfatiza-se, porém, que a ausência de menção direta não significa necessariamente que não existam estudos nessas áreas, mas sim que eles são menos frequentes ou não foram categorizados especificamente no gráfico pelo VOSviewer.

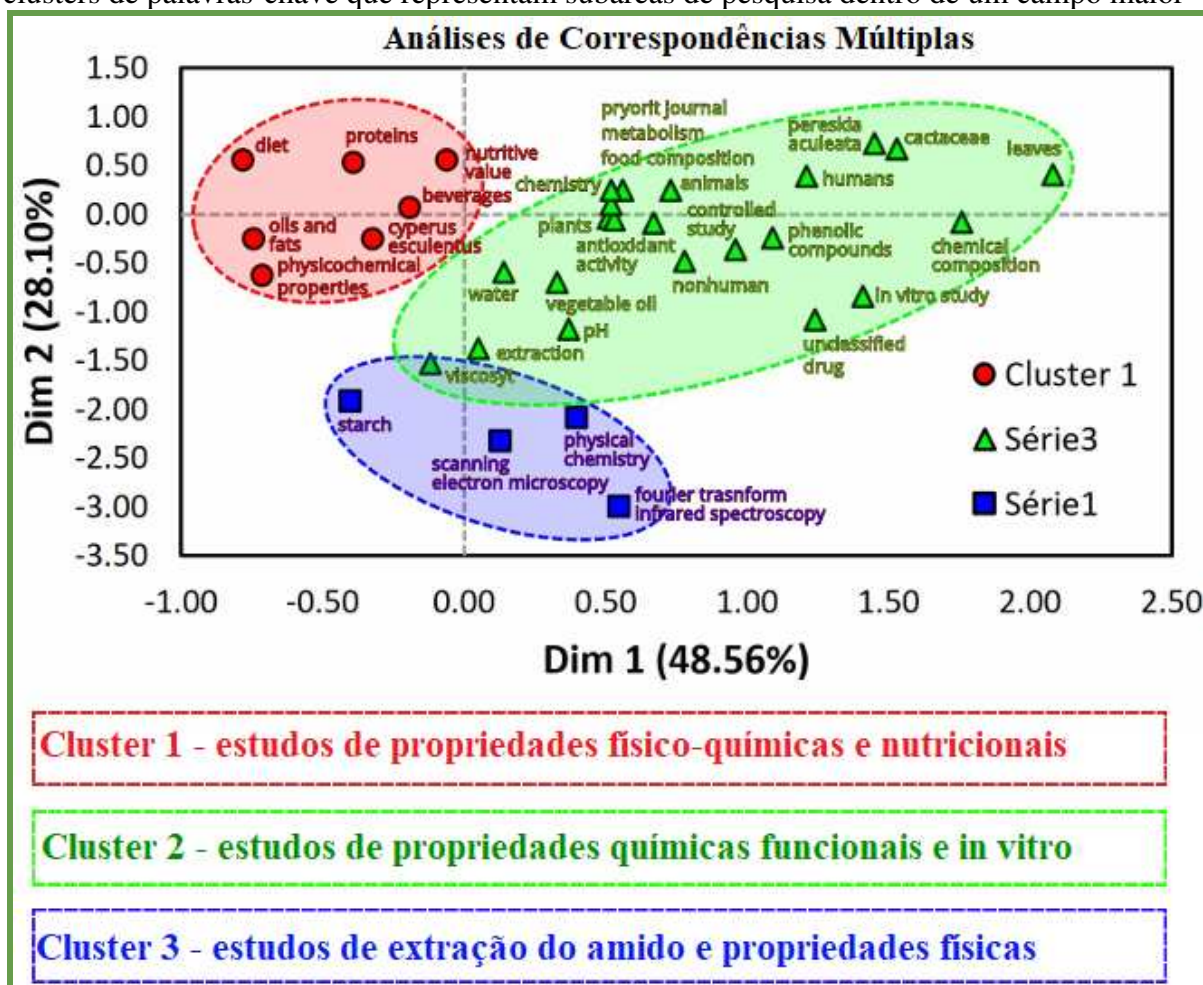
#### 8.2.1.2 Estudo cienciométrico de palavras chaves e países

Os gráficos de co-ocorrência do VOSviewer permitem identificar clusters de palavras-chave que representam subáreas de pesquisa dentro de um campo maior. Na análise das 2 plantas alimentícias não convencionais estudadas, observa-se clusters distintos focados em "*Cyperus esculentus*", "*Pereskia aculeata*", "*physicochemical properties*" e "*plants*".

Pode-se notar nesse tipo de mapa que as cores indicam diferentes clusters, sendo a construção dos clusters baseada no relacionamento entre os itens, o que resulta em grupos de elementos intimamente relacionados (Ampese *et al.*, 2022).

No Gráfico 14, vê-se a análise multivariada, onde 76% da variância total é explicada nas duas dimensões (Dimension 1 and 2) sendo 48,56% explicada na Dimensão 1 e 28,10% na Dimensão 2.

Gráfico 14 - Análise multivariada - Co-ocorrência do VOSviewer que permitem identificar clusters de palavras-chave que representam subáreas de pesquisa dentro de um campo maior



Fonte: Modificado pela autora a partir de dados do VOSviewer.

Dados: Dim 1 e Dim 2 são dimensões e representam as principais variáveis nos dados. Cada ponto representa uma variável. A posição dos pontos indica a similaridade entre as variáveis, onde pontos próximos são mais semelhantes. Clusters agrupam variáveis que têm padrões de ocorrência semelhantes nos dados originais. Símbolos (círculo vermelhos, triângulos verdes e quadrados azuis) representam diferentes tipos de variáveis ou informações.

Logo, pode-se identificar padrões de correlação pelos clusters formados no Gráfico 14 e Figura 47 (cluster 1 – estudos de propriedades nutricionais e físico-químicas; cluster 2 – propriedades químicas e funcionais e estudos *in vitro*; cluster 3 – extração de amido e estudo das propriedades físicas). Temas relacionados “*Cyperus esculentus*”, “nutritive value”, “proteins” e “diet” estão no mesmo cluster das análises de network visualization (Gráfico 13 – cluster 1), “*Pereskia aculeata*”, “antioxidante activity”, “phenolic compounds”, “controlled study”, “humans”, “*in vitro* study”, “animals” e “chemistry” também estão no mesmo cluster das análises de network visualization (Gráfico 14 – cluster 1). Seguindo a mesma lógica, porém na Dimension 2, o cluster 3 (“starch”, “scanning electron microscopy”, “infrared spectroscopy” e “Fourier transform infrared spectroscopy”) se encontram na mesma



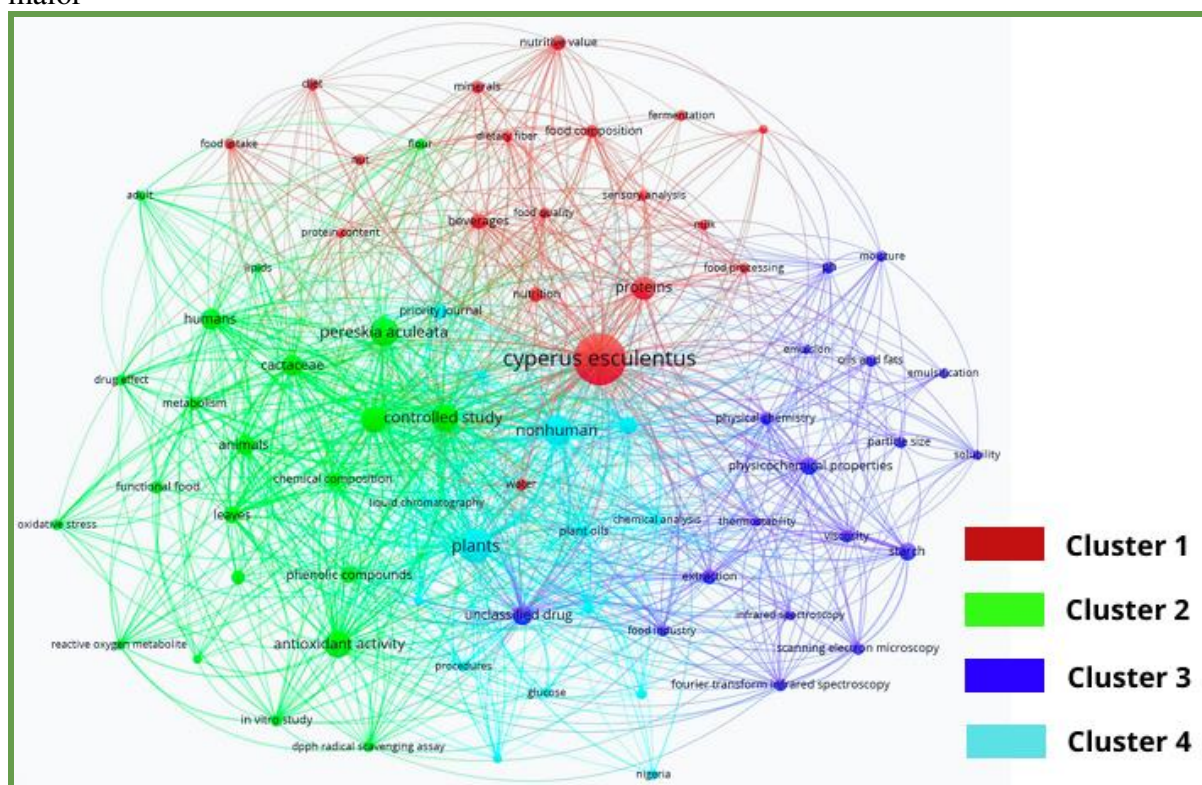
zona de separação das análises de network visualization (Gráfico 14 – cluster 3) o que confirma a relação apresentada pela Figura 48, pois os estudos físicos são realizados para se entender e poder aplicar esse produto (starch) na indústria alimentícia.

Algumas palavras-chave da Figura 47 estão muito centralizados e em cluster distintos do visualizado na análise do Gráfico 14, pois a análise está associada a interação e força entre as palavras chaves, e a análise multivariada amplia mais as correlações (no caso em até duas dimensões), podendo ser mais fácil e coerente identificar áreas específicas pela análise multivariada.

Em resumo, como as duas PANC estão em quadrantes opostos do gráfico, são abordadas em contextos de estudos bastante diferentes. Essa constatação corrobora para o caráter inovador dessa tese, uma vez que associa essas duas espécies de PANC em consonância, ou seja, considerando a elaboração de produtos alimentícios mistos e baseados em seus aspectos químicos, nutricionais e funcionais simultaneamente.

A Figura 47 evidencia a rede de clusters de palavras-chave que representam as subáreas pesquisadas.

Figura 47 - Co-ocorrência do VOSviewer que permite identificar a rede de clusters de palavras-chave que representam subáreas de pesquisa dentro de um campo maior



Fonte: Modificado pela autora a partir de dados do VOSviewer.

Dados: Os círculos estão ligados às palavras e representam “nós” (termos), onde cada palavra ou frase representa

um “nó”. O tamanho do círculo de cada nó indica a frequência de ocorrência do termo nos dados analisados, ou seja, quanto maior o nó, maior a frequência; Arestas (conexões) são as linhas que conectam os nós e representam a co-ocorrência dos termos, onde quanto mais forte a conexão (linha mais grossa ou escura) maior a frequência com que os termos aparecem juntos; Clusters (cores) representam temas ou áreas específicas.

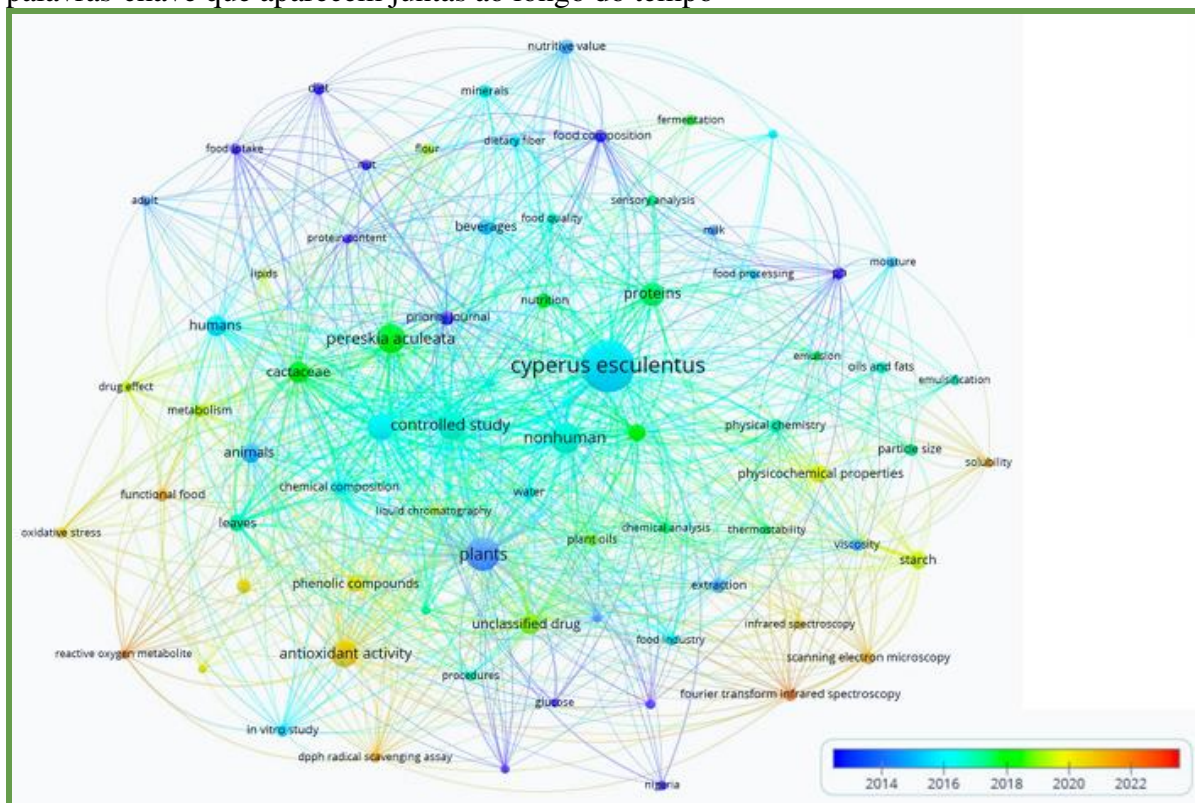
O gráfico de redes (Figura 47) confirma a premissa do gráfico de co-ocorrência (Gráfico 14). Nota-se que a PANC *C. esculentus* (em vermelho) é um termo que está no centro do emaranhado de redes, apresentando um nó grande, indicando ser mais relevante que *P. aculeata*, ou seja, muitos dos termos visualizados nesse gráfico estão frequentemente relacionados a ele. Essa rede (em vermelho) pertence ao Cluster 1 e inclui termos como “proteins (proteínas)”, “food processing (processamento de alimentos)”, “nutrition (nutrição)”, “sensory analysis (análises sensoriais)”, “fermentation (fermentação)”, “emulsification (emulsificação)”, “food intake (ingestão de alimento)” (Jolayemi; Alabi, 2023; Kalahal; Gavahian; Lin, 2024; Oladunjoye; Olaoluwa, 2024; Sa`id; Abubakar; Bello, 2017; Uslu; Yilmaz, 2024). Isso sugere que *C. esculentus* é mais estudado em relação às suas propriedades nutricionais e de processamento de alimentos.

O cluster 2 está fortemente associado a “*Pereskia aculeata*” representada por um nó menor (em verde) tendo como forças secundárias o efeito antioxidante e estudos em humanos e animais (“antioxidant activity”, “controlled study”, “humans” and “animals”) (Barbalho *et al.*, 2016; Cruz *et al.*, 2021; Damasceno *et al.*, 2024; Furlan *et al.*, 2023; Sousa *et al.*, 2014).

O cluster 3 e o cluster 4 são estudos que conseguem permear entre as plantas medicinais estudadas como a identificação de metabólitos primários e secundários (“mass spectrometry” and “liquid chromatography”), composição química (chemical analysis), propriedades físicas e físico-químicas (“scanning electron microscopy”, “infrared spectroscopy”, “thermostability” and “Fourier transform infrared spectroscopy”) além do desenvolvimento de compostos isolados e purificados (“isolation and purification”).

A análise dos clusters ao longo do tempo (Figura 48) revela quais áreas de pesquisa estão emergindo, quais estão se consolidando e quais estão perdendo relevância (Van Eck; Waltman, 2010).

Figura 48 - Co-ocorrência do VOSviewer que permite identificar a rede de clusters de palavras-chave que aparecem juntas ao longo do tempo



Fonte: Modificado pela autora a partir de dados do VOSviewer.

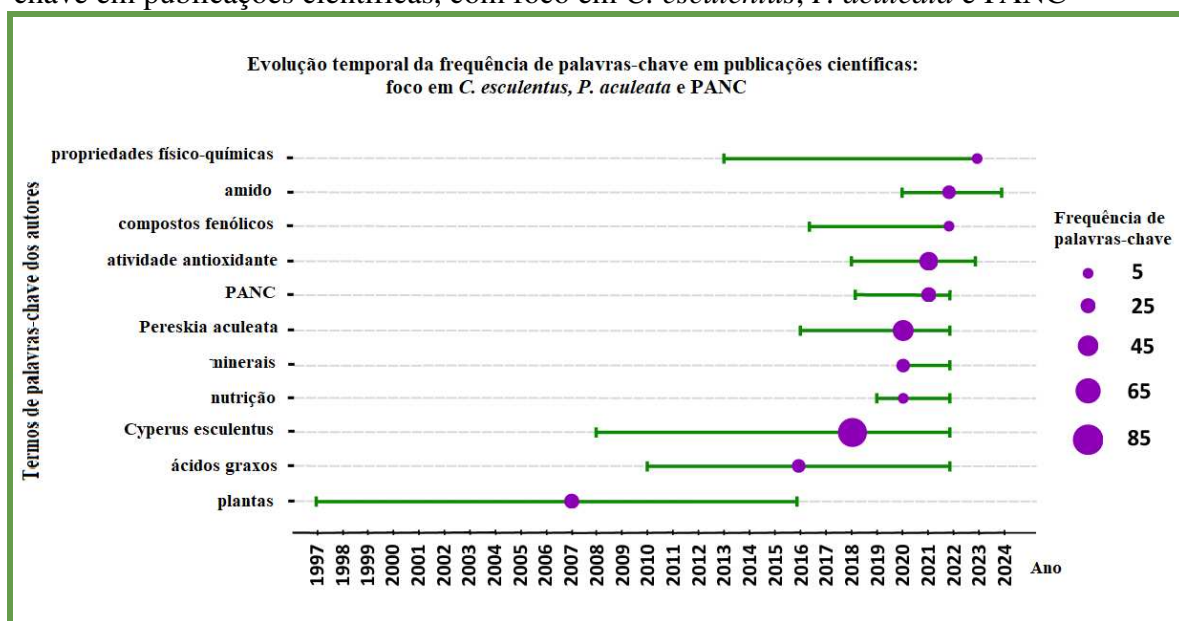
Dados: Os círculos estão ligados às palavras e representam “nós” (termos), onde cada palavra ou frase representa um “nó”. O tamanho do círculo de cada nó indica a frequência de ocorrência do termo nos dados analisados, ou seja, quanto maior o nó, maior a frequência; Arestas (conexões) são as linhas que conectam os nós e representam a co-ocorrência dos termos, onde quanto mais forte a conexão (linha mais grossa ou escura) maior a frequência com que os termos aparecem juntos; Clusters (cores) indicam o ano em que a palavra-chave se tornou mais relevante.

De acordo com a Figura 48 pode-se verificar que as tendências de pesquisas (2020 – 2023) estão relacionados aos estudos com atividade antioxidante, propriedades físicas e “starch”. A palavra-chave “starch” é a única palavra desse período de tendências relacionada com todos os clusters do Gráfico 14, o que demonstra um direcionamento de nicho de pesquisa. Essa tendência científica pode ser confirmada pelos 14 estudos entre os 187 da busca realizada, pois esses estudos avaliam as propriedades químicas, físicas e qualidade sensoriais da produção/purificação de starch a partir de “*Cyperus esculentus*” o que também pode ser visualizado na Figura 47 (Azubuike *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2017, 2023; Liu *et al.*, 2020, 2021; Liu *et al.*, 2023; Lv *et al.*, 2022; Olayemi *et al.*, 2021; Tsafou; García-Granero, 2021; Umerie; Obi; Okafor, 1997; Wang *et al.*, 2023; Wu, X. *et al.*, 2024; Wu, Z.-W. *et al.*, 2024; Xiaofan; Chen; Zhou, 2022).

O Gráfico 15 de trend topics do Bibliometrix mostra como a frequência de certas palavras-chave evolui ao longo dos anos, oferecendo insights sobre o crescimento ou declínio

de interesse em diferentes áreas de pesquisa. A combinação dessas informações com a análise de clusters do VOSviewer permite uma visão compreensiva de como os temas de pesquisa se desenvolvem e interagem ao longo do tempo.

Gráfico 15 - Trend topics do Bibliometrix - evolução temporal da frequência de palavras-chave em publicações científicas, com foco em *C. esculentus*, *P. aculeata* e PANC



Fonte: Adaptado pela autora de Bibliometrix.

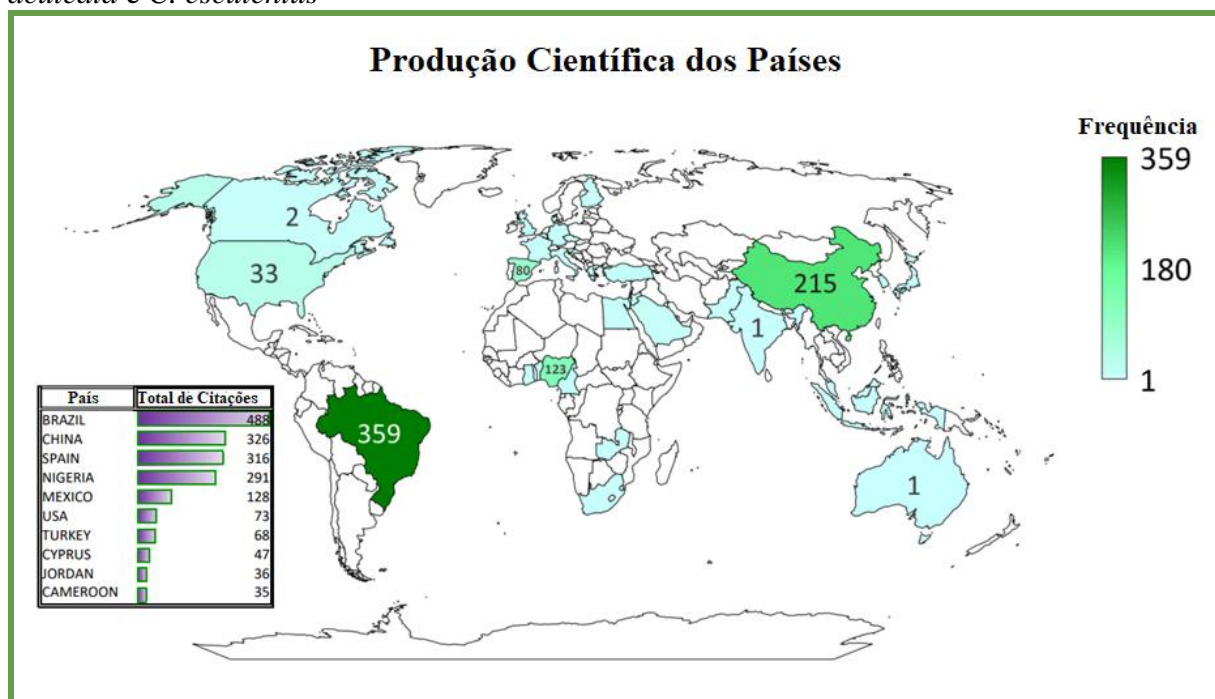
Dados: Eixo Y: Termos de palavras-chave dos autores; Eixo X: Anos de publicação (1997 a 2024); Linhas Verdes: Indicam o período em que cada palavra-chave apareceu nas publicações; Círculos Roxos: Representam a frequência da palavra-chave, com tamanhos maiores indicando maior frequência; Legenda: Mostra a relação entre o tamanho do círculo e a frequência da palavra-chave.

Pode-se identificar a frequência das palavras chaves de maior força na evolução temporal (1997 – 2024) e é visto que nos últimos cinco anos (2019 – 2023) as palavra-chaves mais frequentes foram: “*Cyperus esculentus*”, “nutritional”, “minerals”, “animals”, “*Pereskia aculeata*”, “unconventional food plants”, “antioxidant activity”, “phenolic compounds”, “starch” e “physicochemical properties”. Identifica-se também que os termos de maiores frequências são “*Cyperus esculentus*” e “*Pereskia aculeata*”, com 78 e 29 menções, respectivamente. A palavra-chave “starch” é o único termo com frequência no ano de 2024, o que mais uma vez confirma uma forte tendência/nicho de pesquisas na área em estudo. Essa ênfase pode estar relacionada às demandas por soluções sustentáveis para alimentar a população (Exime *et al.*, 2021; Brito *et al.*, 2023).

A Figura 49 apresenta a participação científica dos países que contribuem com o campo estudado.



Figura 49 - Participação científica dos países que contribuem com pesquisas em PANC, *P. aculeata* e *C. esculentus*



Fonte: A autora.

É visualizado que existem 936 documentos (Figura 49), o número total de documentos considera os países das coautorias, sendo o Brasil o país de maior contribuição científica, com  $\approx 38\%$  (359 documentos) e 488 citações totais (Figura 49). China está na segunda posição em relação ao número de artigos publicados (215) e de citações totais (326). O Brasil possui mais de 91% das publicações em single country publication (SCP), o que pode indicar uma alta capacidade do país de conduzir pesquisas independentes com colaborações internas robustas, a China também possui alto índice de SCP (81%), porém bem menos artigos publicados. Esse alto índice de SCP do Brasil e da China indica também desafios, como a possibilidade de limitação da diversidade de perspectivas e a exposição internacional, logo as pesquisas podem perder o alcance desejado e evolução do campo de estudo. O Brasil tem como desafio principal conseguir vincular suas pesquisas com colaboração internacional para se posicionar ainda mais forte como o principal país a liderar esse campo de estudo. Alguns nichos ainda estão pouco explorados, como a área de desenvolvimento de produtos que necessitam de estudos mais complexos e viáveis na área de alimentos.

O estudo sensorial é uma etapa necessária de viabilização de qualquer desenvolvimento de produto e pode ser ainda mais explorado, pois como visto na Figura 47, o termo “sensory analysis” (em vermelho) possui uma força considerável, tendo em vista sua

visualização entre os 74 termos mais fortes do campo experimental. Atualmente entre os 187 artigos avaliados nesse estudo, 21 artigos possuem avaliação sensorial de algum produto desenvolvido, porém apenas 3 estão relacionados a *cookies*, o que pode demonstrar um direcionamento de pesquisa (Adedeji *et al.*, 2024; Babiker *et al.*, 2021; Oladunjoye; Alade, 2024).

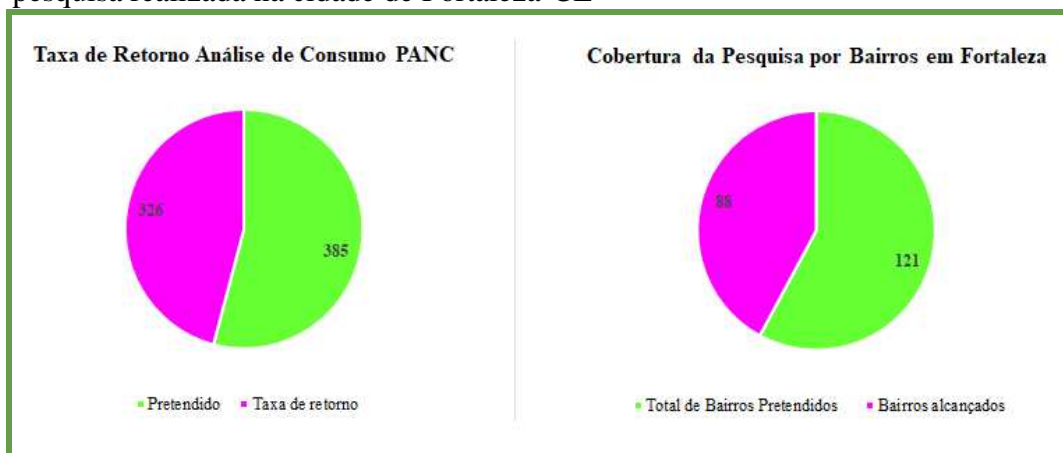
### 8.2.2 *Análise de consumo*

A análise de consumo foi utilizada para investigar de forma geral a percepção psicossocial da população da cidade de Fortaleza sobre o consumo de alimentos, com ênfase em um biscoito com apelo saudável. Objetivou-se com isso mapear os fatores que influenciam a intenção e o comportamento de consumo em um contexto urbano, obtendo-se uma boa representatividade.

Em um primeiro momento, os critérios de exclusão foram aplicados, sendo excluídos da pesquisa todos os questionários incompletos, bem como aqueles cujo TCLE não foi preenchido. Após essa exclusão, foi realizada uma estatística descritiva para identificar a taxa de respostas do *survey*, constatando-se uma taxa de retorno de 84,7% (Mineiro, 2020). Regressaram 326 formulários eletrônicos completos, de 385 pretendidos na amostra, com nível de confiança de 95% pelo software SPSS Statistics®, dentro do período de tempo no qual permaneceram coletando respostas (agosto de 2023 a janeiro de 2024) (Marques *et al.*, 2025; Sá *et al.*, 2018).

Esses números indicam que a pesquisa obteve um bom engajamento dos participantes. Considerando a abrangência, o *survey* conseguiu contemplar 72,7% dos bairros da cidade de Fortaleza-CE (88 bairros de um total de 121), indicando que a análise foi relativamente bem distribuída (Figura 50), com dois bairros se destacando (5,8% cada).

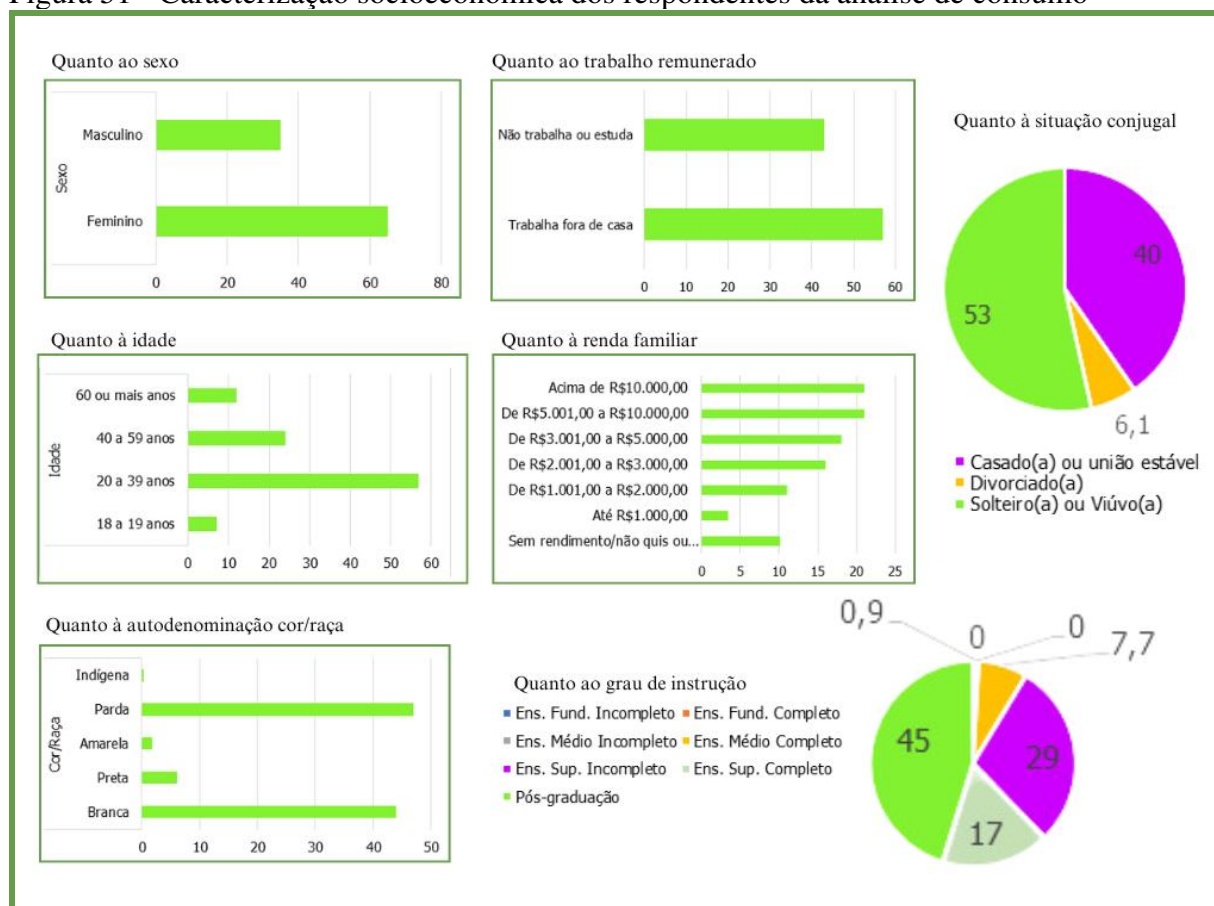
Figura 50 – Conjunto de gráficos pizza referentes à taxa de retorno e cobertura da pesquisa realizada na cidade de Fortaleza-CE



Fonte: A autora.

A caracterização socioeconômica do grupo investigado pode ser observada na Figura 51, verificando-se um predomínio de participantes autodeclarados pardos(as) seguidos por autodeclarados brancos(as), com predominância de respondentes do sexo feminino, faixa etária de 20 a 39 anos, solteiros(as) ou viúvos(as), com pós-graduação. A faixa de renda mais prevalente foi acima de R\$5.001,00 (US\$ 897,65 aproximadamente) considerada baixa a média no Brasil e foi advinda em sua maioria de trabalho remunerado fora do domicílio.

Figura 51 - Caracterização socioeconômica dos respondentes da análise de consumo



Fonte: A autora.

Sobre a predominância de respondentes do sexo feminino, Balanzá-Martínez *et al.* (2021), Yee, Lwin e Ho (2017) e Oliveira-Costa *et al.* (2016) colocam que as mulheres são mais interessadas em assuntos de saúde e as principais responsáveis pelas escolhas alimentícias das famílias, influenciando o comportamento dos filhos. Assim, isso pode explicar em parte a elevada prevalência de respondentes do sexo feminino nessa pesquisa, visto que a temática dessa pesquisa está no escopo citado por esses autores.

Outrossim, em termos de viés e generalização, os dados da amostra obtida podem limitar a generalização dos resultados para toda a população de Fortaleza, uma vez que houve não só a predominância de mulheres, mas também, de pessoas com ensino superior completo.

Ainda analisando os gráficos da Figura 51, uma parcela significativa (10%) não informou a renda ou está sem renda, o que pode indicar desemprego ou outras situações, como estudantes. A renda é um fator primordial para a segurança alimentar e nutricional e pesquisas indicam que as mudanças climáticas impactam negativamente a segurança alimentar, pois estão relacionados a diversos fatores, dentre eles o desemprego ou condições

de trabalho precárias (Paiva; Souza; Rodrigues, 2025).

Considerando a análise das percepções e hábitos relacionados à saúde, 74% dos respondentes se consideraram saudáveis e 78% avaliaram a própria saúde como boa ou muito boa. Para 53% do público, a prática de atividades físicas é frequente. Isso indica que o público da amostra apresenta algum nível de conhecimento sobre hábitos saudáveis. Consoante, a prática de esportes gratuitos pela população brasileira vem sendo incentivada pelo governo visando retorno positivo à saúde, independente da idade/condição preexistente, envolvendo ambiente físico, socioeconômico e cultural das populações (Fechine; Fechine; Sousa Júnior, 2022; Balanzá-Martínez *et al.*, 2021; Beyer *et al.*, 2015; Barreto *et al.*, 2005).

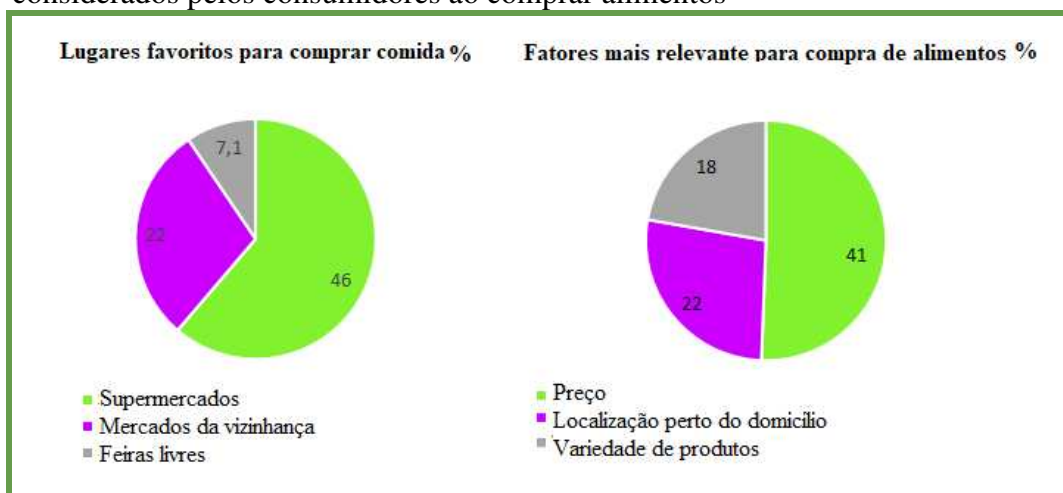
Especificamente, 72% dos participantes relataram pelo menos uma condição de saúde, com ansiedade destacando-se como a mais comum (13%). De acordo com Mangolini, Andrade e Wang (2019), há uma alta prevalência de transtornos de ansiedade na população brasileira. A segunda condição de saúde mais relatada foi hipertensão (4,3%) e a terceira foi prisão de ventre (4,3%), sendo condições relevantes a serem compreendidas, visando o apelo saudável de produtos. Não obstante, a neurobiologia da ansiedade, mediada pelo eixo intestino-cérebro, sugere que o estresse crônico pode comprometer a integridade da barreira intestinal, induzindo uma resposta inflamatória sistêmica caracterizada pela elevação de citocinas pró-inflamatórias, como IL-1 e IL-6 o que pode piorar com uma dieta onívora baseada em ultraprocessados (Latalova; Hajda; Prasko, 2017; Nascimento; Oliveira; Silva, 2022).

Considerando a importância da dieta na modulação da saúde mental e física, torna-se importante analisar os hábitos de compra de alimentos da população, visando promover produtos e dietas mais condizentes com suas necessidades, pois, quando promovem saúde, inclusão social e construção da comunidade, os alimentos cumprem sua função (Tilman *et al.*, 2011; FAO *et al.*, 2017).

O consumo de alimentos com maior aporte de fibras e antioxidantes (como as PANC e seus produtos) pode colaborar para a segurança alimentar e nutricional, bem como para melhoria das condições intestinais. Uma dieta rica em PANC pode também atuar de forma preventiva ao possibilitar maior aporte nutritivo de substâncias do metabolismo primário e substâncias bioativas do metabolismo secundário que colaborem para uma melhor saúde (Fusco *et al.*, 2020; Minayo; Miranda; Telhado, 2021; Carvalho; Leite; Costa, 2021; Nobrega *et al.*, 2022).

A Figura 52 relaciona as percepções e hábitos relacionados ao alimento e os fatores mais relevantes para compra destes.

Figura 52 – Conjunto de gráficos de pizza ilustrando os fatores mais relevantes considerados pelos consumidores ao comprar alimentos



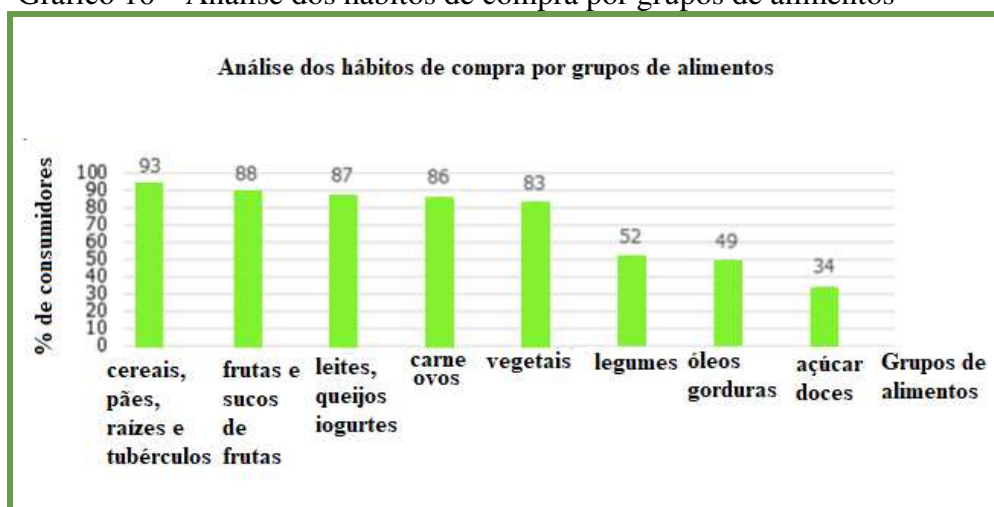
Fonte: A autora.

Os supermercados foram os locais preferidos para compra de alimentos, seguido por mercadinhos de bairros e feiras livres, sendo o preço o fator determinante nas aquisições (valor médio mensal R\$ 1.638,00 ou US\$ 293,89 aproximadamente). Conforme Stédile (2013), a função social dos alimentos deve transcender a mera lógica mercantil e os supermercados podem incentivar hábitos saudáveis, bem como o consumo de PANC. De acordo com Souza, Silva e Pierre (2019), a maioria dos consumidores de supermercados da cidade de Botucatu-SP demonstraram grande curiosidade em experimentar PANC, embora tivessem baixo conhecimento sobre elas.

No entanto, é importante que esses estabelecimentos, bem como os profissionais atuantes nessas empresas, possam ser direcionados para escolhas mais assertivas em relação à oferta de produtos, uma vez que são estabelecimentos comerciais e seguem uma lógica de mercado.

A análise dos hábitos de compra por grupos de alimentos pode ser visualizada no Gráfico 16.

Gráfico 16 – Análise dos hábitos de compra por grupos de alimentos



Fonte: A autora.

Constatou-se que o grupo de alimentos mais consumidos são “cereais, pães, raízes e tubérculos” (93% dos entrevistados), o que está de acordo com os dados da Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi, 2020), quando coloca que os produtos de panificação fazem parte do cardápio diário de toda a população brasileira. Além disso, os hábitos regionais da população de Fortaleza se alinham aos da alimentação nordestina, sendo baseados também em raízes e tubérculos como a macaxeira, o inhame, a raiz do umbuzeiro, dentre outros (Souza; Costa Neto, 2025; Campos; Bastos, 2024).

Os outros grupos mais consumidos foram: “frutas e sucos de frutas” (88%); “leites, queijos e iogurtes” (87%); “carne e ovos” (86%) e “vegetais” (83%) o que parece se correlacionar com a economia da região Nordeste baseada em agropecuária e silvicultura favorecendo uma dieta tipicamente onívora e baseada em ingredientes de origem animal (Valente Júnior; Freire; Carneiro, 2014).

Apesar da alta prevalência de consumo de vegetais (83%) e leguminosas (52%) entre os respondentes, apenas 34% relataram consumo diário de vegetais com o objetivo de suprir as necessidades proteicas. Esse paradoxo sugere que a transição para dietas *plant-based* proteicas na região pesquisada pode enfrentar desafios influenciados por fatores socioculturais como preferências alimentares, condições socioeconômicas e tradições (Boer; Aiking, 2017; Hartmann; Siegrist, 2017).

Essa dificuldade em adotar dietas *plant-based* reflete uma série de percepções e crenças sobre proteínas alternativas e a relação entre alimentação, saúde e meio ambiente. As proteínas alternativas têm o potencial de melhorar a sustentabilidade do abastecimento

alimentar, melhorar a saúde humana e reduzir os danos aos animais (Tso; Lim; Forde, 2021), mas os consumidores acham que proteínas alternativas têm apelo sensorial inferior (Bryant; Barnett, 2018).

Isso fica claro na pesquisa, quando 83% dos entrevistados consideram as proteínas de origem animal mais importantes para a saúde que as de origem vegetal, mesmo implicadas em maiores danos ambientais. Além disso, a maioria dos entrevistados reconhece a importância da origem dos alimentos para a saúde (77%), mas não a importância dessas escolhas para preservação do meio ambiente (69%), sugerindo que a saúde individual é priorizada em detrimento da preservação ambiental (Kenny *et al.*, 2023). Isso constata uma lógica dicotômica na população, como se meio ambiente e saúde não fossem correlacionados. Assim, há a necessidade de educar melhor essa população sobre o que é alimentação sustentável e saudável para minimizar narrativas conflitantes (Kenny *et al.*, 2023).

Diante dessa dicotomia e da priorização da saúde individual, torna-se estratégico direcionar as estratégias de promoção mercadológica de alimentos sustentáveis, como as PANC, para seus benefícios diretos à saúde. Depreende-se ser mais sensato incentivar o consumo de PANC enfatizando seus aspectos funcionais, conforme evidenciou a análise cienciométrica dessa pesquisa, quando mostrou que as pesquisas desenvolvidas com as PANC *C. esculentus* e *P. aculeata* vêm priorizando propriedades nutricionais e antioxidantes para a saúde. Vale ressaltar que além dos benefícios à saúde, as PANC também representam uma alternativa sustentável, o que as torna ainda mais atraentes para o mercado atual.

De forma mais globalizada, em face da crescente conscientização sobre sustentabilidade, é válido ressaltar que o mercado deve priorizar a responsabilidade socioambiental, incorporando critérios ESG (Ambiental, Social e de Governança) em suas cadeias produtivas (Friede; Busch; Bassen, 2015). Essa abordagem é crucial para atender também as demandas do mercado vegano, um setor em expansão que, na última década, demonstrou um crescimento anual composto (CAGR) de 8,19%, com projeções de alcançar US\$ 71,26 bilhões até 2030 (Research and Markets, 2023).

Ainda sobre os hábitos de compra da população analisada, o uso de suplementos alimentares proteicos industrializados foi relatado por 23% dos respondentes, onde 67% destes declararam usar por conta própria sem o acompanhamento de um profissional de saúde.

Esse é um mercado que responde paralelamente à crescente demanda por produtos alinhados aos critérios ESG, ou seja, o aumento no consumo de suplementos proteicos para obtenção de um corpo atlético, o que levanta preocupações sobre a segurança e o uso racional desses produtos. Essas preocupações, embora não se constituam o foco dessa pesquisa, são



importantes serem colocadas, pois se alinham à saúde e ao bem-estar proporcionado pelos alimentos, o que pode trazer insights importantes sobre o mercado consumidor relacionado às PANC.

Na atualidade é crescente a ocorrência de efeitos adversos (insuficiência renal) ocasionados pelo aumento do consumo de proteínas dietéticas industrializadas (Keller, 2011; Ko; Kalantar-Zadeh, 2021; Picard; Mager; Richard, 2021; Apetrii *et al.*, 2021) e isso depreende a necessidade de regulamentação educativa sobre concentrados proteicos, a importância da orientação profissional, bem como a necessidade de se compreender os desafios e oportunidades relacionados à promoção de uma alimentação saudável e sustentável no Brasil. Isso levanta a premissa que espécies de PANC ricas em proteínas se associadas a uma dieta nutritiva e diversificada, possam suprir essa necessidade de forma mais segura.

Entretanto, a busca por alternativas saudáveis se torna ainda mais desafiadora quando se analisam os hábitos alimentares da população fora de casa. Cerca de 90% dos respondentes dessa pesquisa, declararam comer fora de casa ao menos uma vez na semana. Cerca de 60% dos respondentes afirmaram almoçar ou jantar fora de casa 2 a 6 dias por semana. Para os que fazem lanches fora de casa esse percentual é de 92,3. Os lanches mais consumidos foram os sanduíches (20%) seguidos por salgadinhos de pacote (9%). Segundo Faghih e Anooshe (2008), 20% dos adolescentes e 10% dos adultos consomem sanduíches três ou mais vezes por semana fora de casa.

Nesse contexto, a percepção sobre alimentos ultraprocessados como opções saudáveis fora do domicílio também merece atenção. Segundo dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 e de 2017-2018 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011, 2020) os ultraprocessados com altos teores de açúcares e gordura saturada, e com baixo teor de micronutrientes e fibras foram os mais consumidos fora do domicílio pelo brasileiro. O baixo preço quando comparado às refeições tradicionais pode influenciar o consumo (Bezerra; Sichieri, 2010; Monteiro *et al.*, 2011; Bezerra *et al.*, 2021). Consequentemente, famílias brasileiras que aumentaram a compra de refrigerantes e biscoitos, reduziram a compra de frutas e vegetais (Gomes; Silva; Castro, 2017).

Por fim, parte do *survey* avaliou os aspectos que envolvem o consumo de biscoitos. Os biscoitos são produtos alimentícios estratégicos para a ciência e tecnologia de alimentos, uma vez que possibilitam diversas formulações e melhoramentos de parâmetros nutricionais e tecnológicos. Por isso, foram escolhidos como opção mais prática para agregar as farinhas das PANC estudadas nessa pesquisa. Além disso, a popularidade dos biscoitos no Brasil é inegável, impulsionada por sua longa vida útil, variedade de sabores e formatos, e

custo acessível (Feddern *et al.*, 2011).

Não obstante, essa constatação se refletiu nos resultados do *survey*, onde 54% dos respondentes consideram biscoitos, em parte ou totalmente, uma opção saudável. Além disso, 59% consomem o produto semanalmente ou quinzenalmente, com preferência pelas versões recheadas (72%) e cookies (69%). Os supermercados se destacam como o principal local de compra, escolhido por 67% dos consumidores.

Com ênfase para biscoitos tipo *cookies*, dentre os aspectos sensoriais avaliados pelos respondentes, a crocância, o sabor e a saudabilidade foram considerados os principais motivadores da escolha, sendo o sabor o fator mais importante, especialmente versões com chocolate. Nos aspectos mercadológicos, o preço, a embalagem, a marca e a diferenciação de nicho do produto motivariam a compra. Não houve relevância para sabores salgados de *cookies* entre os entrevistados, evidenciando que no Brasil a ideia de *cookie* é associada ao sabor doce.

Diante desse cenário, depreende-se que biscoitos quando enriquecidos com ingredientes vegetais e antioxidantes aportam maior valor nutricional (Silva *et al.*, 2023, Alexandrino *et al.*, 2023), mas é necessário que agreguem sensorialmente crocância e sabor. Além disso, mercadologicamente é necessário que agreguem preço, embalagem, marca e diferenciação de nicho para satisfazerem o consumidor da região pesquisada. Verificou-se que 84% dos respondentes dessa pesquisa estariam dispostos a pagar mais por biscoitos com características especiais, o que também foi comprovado por Nemś, Miedzianka e Kita (2022) e Wirawan e Yan (2021).

Para fins mercadológicos, a pesquisa também analisou as preferências dos respondentes sobre embalagens e preços que estariam dispostos a pagar. Considerando-se um pacote de 100g de biscoito tipo *cookie* com apelo saudável, a cor preferida para embalagem foi a cor transparente seguida pela cor verde. Os entrevistados associaram essas cores a produtos saudáveis, o que é confirmado pelos dados de Reinoso-Carvalho *et al.* (2021) sobre as embalagens transparentes gerarem expectativas mais elevadas em relação à qualidade dos produtos. Enfatiza-se que embalagens podem ser usadas estrategicamente para estimular o consumo saudável (Delgado, 2016; Ugalde, 2020) criando histórias como estratégias de marketing pelas indústrias. Quanto ao preço, a maioria dos participantes (38%) aceitaria pagar entre R\$4,00 e R\$6,00 (US\$ 0,73 - US\$ 1,09 aproximadamente) por porção de 100g de biscoito com apelo saudável.

Nesse sentido, os dados da pesquisa *survey* evidenciaram que enriquecer nutricionalmente um produto, como inserir PANC em um biscoito, por exemplo, demanda

muito mais esforço que apenas avaliar cientificamente os aspectos tecnológicos do produto. Isso significa que a otimização da experiência hedônica do consumidor requer a modulação precisa de estímulos sensoriais (diferencial do produto), alinhada à profunda compreensão das variáveis socioculturais e cognitivas que influenciam suas respostas emocionais e comportamentais.

Por isso, adicionalmente, esta pesquisa empregou a análise sensorial por meio de grupos focais, uma metodologia qualitativa que visa elucidar e explorar as percepções sensoriais e as respostas subjetivas dos participantes em relação aos biscoitos tipo *cookies* preparados tecnologicamente com PANC.

### 8.2.3 Grupo focal

Conforme já descrito na metodologia dessa pesquisa, a convocação dos julgadores da análise sensorial por grupo focal foi por conveniência a partir dos respondentes do *survey*. Essa convocação teve como critérios paridade de gênero, ou seja, convocou-se 12 pessoas, sendo 6 autodeclaradas do sexo masculino e 6 autodeclaradas do sexo feminino.

Entretanto, embora a convocação tenha considerado a paridade de gênero, apenas sete pessoas compareceram ao grupo focal, sendo 1 autodeclarada do sexo masculino e 6 autodeclaradas do sexo feminino, o que fez com que o grupo focal fosse formado majoritariamente por pessoas autodeclaradas do sexo feminino. Ressalta-se que essa mesma situação ocorreu no *survey* desta pesquisa.

Ocorrências semelhantes já foram citadas na literatura científica. De acordo com os estudos de Santos *et al.* (2022), o público feminino apresenta maior interesse em assuntos relacionados à saúde e alimentação e por isso... Pátaro e Calsa (2020) salientam que mesmo que se recomende que os grupos focais sejam formados por determinado número de participantes, essas orientações devem ser entendidas mais como norteadoras do que prescrições rígidas.

De acordo com Oliveira *et al.* (2022), em geral há baixa adesão dos convocados para compor um grupo focal presencial, mas essa baixa adesão pode ser suplantada por grupos focais *on line* (GFO) assíncronos.

Essa opção, embora prática, não foi cogitada para essa pesquisa, visto que grupos focais não presenciais também têm suas desvantagens, como a suscetibilidade do ambiente dos julgadores a distrações, o que pode comprometer a profundidade e o engajamento das discussões e a limitação na observação da linguagem corporal, como gestos e contato visual,

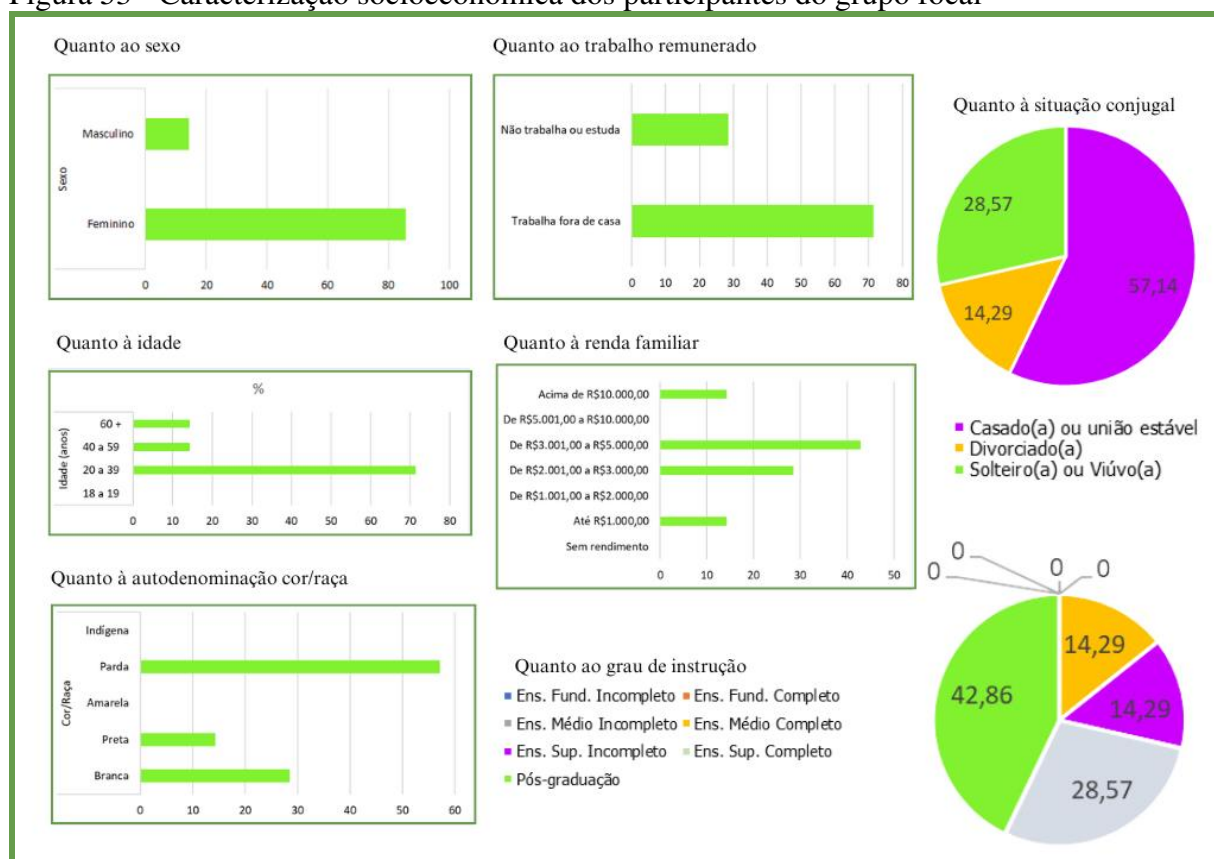
cruciais para a interpretação completa das respostas (Flayelle; Brevers; Billieux, 2022).

### 8.2.3.1 Etapa I – Análise socioeconômica e percepções gerais sobre PANC

#### 8.2.3.1.1 Análise socioeconômica

A caracterização socioeconômica dos participantes pode ser visualizada na Figura 53, onde foi constatado um predomínio de pessoas autodeclaradas pardas, do sexo feminino, faixa etária de 20 a 39 anos, casadas ou em união estável, com pós-graduação, renda entre R\$3.001,00 a R\$5.000,00 (US\$ 545,64 - US\$ 909,09 aproximadamente) e trabalho remunerado fora de casa, diferindo dos participantes do *Survey* apenas nos quesitos situação conjugal e renda.

Figura 53 - Caracterização socioeconômica dos participantes do grupo focal



Fonte: A autora.

Dos 7 participantes, 4 relataram consumir semanalmente ou mensalmente ou sempre que possível, produtos saudáveis e 6 informaram preferência para produtos com baixo teor de sódio e gordura. A premissa de que o grau de formação de um indivíduo influencia

escolhas mais saudáveis parece ser confirmada, visto que houve o predomínio de pessoas com pós-graduação no grupo focal (Barreto *et al.*, 2005; Beyer *et al.*, 2015; Balanzá-Martínez *et al.* 2021). Da mesma forma que no *survey*, depreende-se outrossim, em termos de viés e generalização, que os dados da amostra obtida podem limitar a generalização dos resultados uma vez que houve não só a predominância de mulheres, mas também, de pessoas com ensino superior completo.

#### 8.2.3.1.2 Percepções sobre PANC – início do grupo focal

A condução do grupo focal complementou os achados do *survey*, evidenciando um forte interesse por produtos alimentícios saudáveis e sustentáveis.

Os participantes, apesar de reconhecerem a carência de oferta, demonstraram disposição em pagar mais por esses produtos (6 dos 7 julgadores), ressaltando sua importância para a saúde e a necessidade de estimular tais práticas: (GF5): [...] “Essenciais para uma vida saudável” [...]; (GF4) [...] “O mercado carece de produtos assim” [...]; (GF3) [...] “É importante para a manutenção da saúde e essas práticas precisam ser estimuladas” [...].

A análise revelou que havia um baixo consumo prévio de PANC entre os participantes, com 6 julgadores relatando nunca terem consumido e 5 nunca terem experimentado produtos alimentícios contendo PANC. Essa constatação evidencia a necessidade de estratégias para promover o conhecimento e a aceitação das PANC, visto que diversos fatores influenciam a intenção de consumo, incluindo atitudes, normas sociais, experiências passadas, consciência em saúde e identidade pessoal (Iwaya; Steil, 2019). O incentivo ao consumo torna-se ainda mais relevante diante da crescente receptividade a alimentos nativos com alegações funcionais (García-Chacón; Marín-Loaiza; Osorio, 2023) e das falhas identificadas no sistema alimentar brasileiro, que abrangem desde a produção até o consumo (UNEP, 2020)

Subtende-se, com os resultados da análise cienciométrica e de outros estudos com PANC, que essas espécies são com frequência mais ricas nutricionalmente que as plantas que dominam a produção agrícola (Slow Food, [2021]) e deveriam ser as mais utilizadas pela população local, fazendo parte de receitas e produtos alimentícios mais saudáveis.

O discurso a seguir reflete essa realidade e oferece um panorama rico e complexo sobre a percepção das PANC, revelando tanto o potencial de transformação quanto os desafios persistentes em relação à sua aceitação pela população analisada (GF2): [...] “Eu fui numa agrofloresta lá em [...]. Aí, chegando lá, quando eu olhei para a bacia, a mulher coletou um

monte de coisa, inclusive a taioba. Eu nunca comi isso. Meu Deus, do céu! Eu vou morrer hoje! [...] Aí, quando ela refogou um pouquinho, era uma bacia pra gente comer sozinha [...]. Fiquei assim, com ‘antipatia’. Mas aí comi. Não é ruim, sabe? [...] dá para comer.”

Segundo a Duas Rodas Flavors & Botanicals ([2019?]), a análise sensorial é um instrumento estratégico não só para garantir a qualidade do produto, mas também para a assertividade no próprio processo de desenvolvimento e definição de aceitabilidade pelo público-alvo.

A reação inicial do participante explicita o medo e a desconfiança em relação a um alimento desconhecido, que são características marcantes de um preconceito. O desconhecimento é manifestado na surpresa diante de uma PANC local, o que evidencia a lacuna de informação sobre a biodiversidade brasileira, visto que a taioba é uma planta nativa. Da mesma forma reforça como as agroflorestas vêm se constituindo espaços de resgate e perpetuação das PANC.

É importante considerar que a alimentação no Brasil precisa ser compreendida e direcionada para escolhas mais saudáveis e ecologicamente corretas, pois a diversidade de espécies vegetais é uma solução para lidar com as mudanças climáticas (Bedante, 2004; Hisano *et al.*, 2024).

O discurso inicial do participante (GF2) reafirma o preconceito e o apagamento cultural deixado pela revolução verde e reconhecido pelo próprio governo, que homogeneizou e limitou as variedades de plantas alimentícias consumidas pelo povo brasileiro, predispondo a um maior risco de insegurança alimentar e nutricional (Moreira, 2000).

De acordo com fala do Ministro do Meio Ambiente do Brasil na obra dos editores Santiago e Coradin (2018),

Com seis biomas apresentando enorme diversidade de paisagens, o Brasil é considerado o país da biodiversidade. Abrigamos florestas exuberantes, extenso litoral, as peculiaridades da Caatinga, as aves do Pantanal, a beleza tortuosa do Cerrado. Junte-se o conhecimento e a cultura dos diversos povos e comunidades tradicionais e temos uma riqueza inestimável e ainda pouco conhecida pelos próprios brasileiros.

O país utiliza uma parcela muito restrita da sua biodiversidade, o que restringe a diversificação dos alimentos, apesar da crescente demanda por opções. As espécies nativas têm grande potencial para satisfazer essas exigências e gerar riquezas, pois, ao estimular o consumo desses ingredientes, estamos trabalhando para preservar espécies em risco e criar alternativas de desenvolvimento (Duarte, 2018, [p. 6]).

Segundo Damo *et al.* (2020), a importância das PANC como elementos integrantes das agroflorestas e manutenção da socioagrobiodiversidade reforçam a premissa de que a agricultura e a alimentação estão intimamente ligadas à identidade cultural, aos

valores sociais e à sustentabilidade ambiental. Entretanto, é necessário ressaltar que as pessoas consomem por diversos motivos, que vão além do gosto pelo produto. Elas podem consumir visando apenas satisfazer uma necessidade (ou desejo) emocional (Lara *et al.*, 2021) sendo influenciadas por hábitos, cultura, moda, estilo de vida, região, entre outros, podendo a preferência variar entre classes sociais.

A análise de parte do discurso de (GF2) reflete a transformação da experiência saindo de: (GF2) [...] “Eu nunca comi isso. Meu Deus, do céu! Eu vou morrer hoje! [...]” para (GF2): “[...] não é ruim, sabe? [...] dá para comer”, mostrando que o ato de provar e apreciar a taioba reflete o potencial de transformação de atitudes em relação a PANC. Esse discurso reflete como fatores socioculturais, tradições alimentares e crenças moldam as percepções sobre o alimento, onde a antipatia inicial pode estar relacionada a representações negativas ou a um apagamento histórico-cultural. Cabe enfatizar que o despreço às PANC também se deve ao estatuto social “comida de pobre”, devido aos programas de governo com foco na população carente (Junqueira; Perlini, 2019).

A experiência positiva do participante (GF2) com a taioba destaca o potencial das PANC como alimentos nutritivos e saborosos, sugerindo que a experimentação e a divulgação de informações sobre preparos e receitas podem se constituir estratégias eficazes para promoção do consumo dessas espécies.

No entanto, é válido salientar que o uso racional e seguro dessas espécies requer que sejam corretamente identificadas para evitar riscos. No caso da taioba, existe a espécie mansa (*Xanthosoma taioba* E.G. Gonç.<sup>20</sup>), que deve ser distinguida da taioba brava, que é tóxica por conter elevados índices de oxalato de cálcio.

O relato a seguir ilustra a preocupação com a segurança toxicológica das PANC (GF2): “E tem gente que olha assim... Quando você não tem costume, você já olha assim, com uma certa restrição assim, não sei né? A segurança, né? Não sei se existe uma segurança assim que eu possa comer. Hoje a gente não tá mais assim, arriscando a saúde [...]”.

Outro aspecto verificado foi a ocorrência de espécies com o mesmo nome popular, sendo importante ensinar a população a reconhecer botanicamente essas espécies alimentícias. O discurso a seguir ocorreu ao se mostrar as folhas da PANC *P. aculeata* conhecida popularmente como ora-pro-nóbis para um participante (GF2): “[...] Sim, lá em casa tem! Tem um tipo de ora-pro-nóbis, mas não é essa [...]”.

---

<sup>20</sup> De acordo com Kinupp (2014, p. 118), até pouco tempo se considerava a taioba como pertencente à espécie *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, originária da América Central, quando um estudo mais detalhado da espécie típica mostrou que a planta brasileira era na realidade uma nova espécie.

Há pelos menos 3 espécies diferentes de plantas denominadas ora-pro-nóbis no Brasil, o que pode gerar confusão e dificultar a disseminação correta do conhecimento sobre suas propriedades e usos. Conforme é colocado no referencial teórico dessa Tese, os estudos científicos com ora-pro-nóbis para alimentação convergem para a espécie *Pereskia aculeata* Mill. A falta de precisão na identificação de uma PANC pode levar a equívocos quanto aos benefícios e usos, prejudicando a segurança alimentar e a saúde pública. Por isso é importante educar a população.

A necessidade de se valorizar o conhecimento sobre PANC é compreendida através do discurso a seguir (GF7): [...] “Consumo clitória em bebidas, lavanda em doces, alfavaca e ora-pro-nóbis em saladas refogadas e carnes brancas” [...]. Esse relato evidencia como a desmistificação dos preconceitos relacionados à fitoalimurgia faz surgir uma riqueza culinária que envolve o uso da biodiversidade nativa e adaptada que tende a estimular uma gastronomia mais inovadora e autêntica.

#### 8.2.3.2 Etapa II – Análise hedônica dos atributos dos biscoitos

A análise de conteúdo temática dos relatos foi realizada segundo a metodologia de Bardin (1977). Os áudios transcritos resultaram na identificação de:

- a) 1 categoria (avaliação dos biscoitos);
- b) 5 subcategorias (aparência; textura; sabor; saudabilidade; embalagem ideal);
- c) 15 códigos (homogeneidade; rachaduras; cor; crocante; quebradiça; fibrosa; doce; amanteigado; resíduo de coco; gosto de plantas; gosto de oleaginosas; saudável; material da embalagem; estilo da embalagem; quantidade da embalagem).

O Quadro 4 descreve detalhadamente as unidades de registro e as unidades de contexto utilizadas.



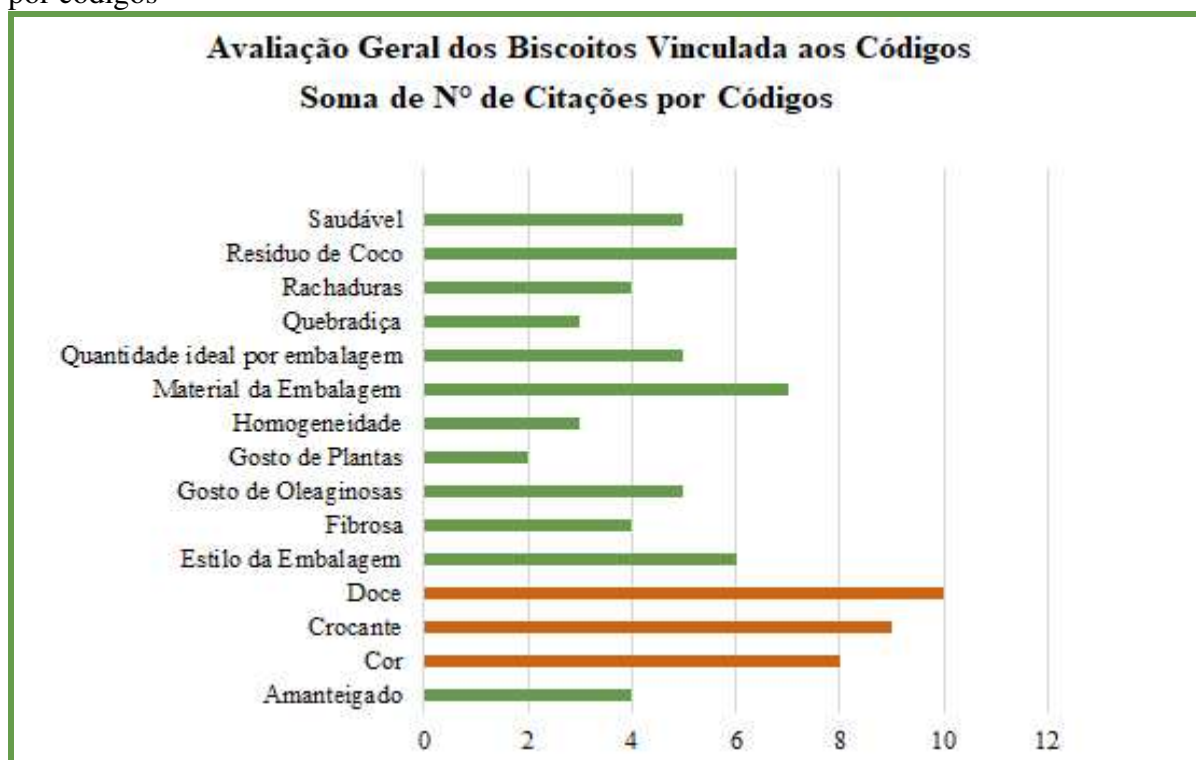
Quadro 4 - Avaliação geral dos biscoitos, vinculadas às subcategorias sensoriais

Categoria	Subcategoria	Códigos	Nº de Citações	Unidade de registro	Unidade de contexto
Avaliação dos Biscoitos	Aparência	Homogeneidade	03	“[...] homogêneo [...]” (GF4)	“(GF4): Esse parece mais homogêneo.”; (GF5): A aparência mais uniforme é melhor.”
		Rachaduras	04	“[...] rachadura não era uma coisa boa [...]” (P)	“(GF7): O meu eu sinto como se a massa fosse um bolo assim, grosseiro.”
		Cor	08	“[...] gostei da cor [...] parecia mais integral [...] (GF7)”	“(GF4): Gosto da cor, lembra chocolate.”
	Textura	Crocante	09	“[...] (GF4): Bem crocante [...]”	“(GF1): Esse já não quebrou com ‘crocância’, está mais duro. Não gosto assim, não”.
		Quebradiça	03	“[...] quebrado [...] ruim [...]” (P)	“(GF5): A consistência dele. O meu está assim meio quebrado, olha”.
		Fibrosa	04	“[...] mais fibra [...]” (GF4)	“(GF3): Tem mais fibra. Como se fosse mais fibroso”.
	Sabor	Doce	10	“[...] doce está na medida [...]” (GF1)	“(GF7): Eu gostei mais do outro, porque o outro eu achei menos doce”.
		Amanteigado	04	“[...] achei amanteigado [...]” (GF4)	“(GF1): [...], mas a margarina eu acho que está demais. Aí comer dois desse daqui já fica enjoativo[...]” (GF1)
		Resíduo de Coco	06	“[...] um residual de coco [...]” (GF4)	“(GF1): Eu também estou sentindo tipo uns resíduoszinhos de coco”.
		Gosto de Plantas	02	“[...] gosto de mato, tipo brócolis [...]” (GF3)	“(GF2): Eu senti um gosto de camomila, vocês não sentiram não?”
		Gosto de Oleaginosas	05	“[...] De oleaginosa [...]” (GF3)	“(GF7): De castanha, de gergelim”; “(GF5): De junça.”; “(GF2): A impressão que a gente tem é que tem castanha ou amendoim”.
	Saudabilidade	Saudável	05	“[...] potencial de ser saudável [...]” (P)	“(P) [...]biscoito padrão ou pelo de opnJUN?”; “(GF7): Esse, por saudabilidade.”; “(GF1) [...] é um produto saudável.”
	Embalagem Ideal	Material da Embalagem	07	“[...] Rústica. Transparente, saquinho [...]”(GF4); “[...] Papel craft [...]”(P).	“(GF3): Eu já acho legal de papel [...] tons terrosos e verde”; “(GF7): Puxado assim, para tons terrosos com verde”.
		Estilo da Embalagem	06	“[...] alguma imagem? [...]”(P).	“(GF3): das plantas, as suas origens”; “(GF2): das plantas”; “(GF4): das plantas, ressaltando suas qualidades nutricionais”.
		Quantidade ideal por embalagem	05	“[...] biscoitos [...]numa porção[...]”(P); “[...]Dez”. (GF1)	“(GF3): Dez”; “(GF2): Dez”. “(GF5): 8 reais”
Total			81		

Fonte: A autora.

No Gráfico 17 é possível verificar, de forma sucinta, a avaliação geral dos biscoitos vinculada aos códigos e já descrita detalhadamente no Quadro 4, onde destacam-se o sabor doce, a crocância e a cor dos biscoitos como sendo os mais citados pelos julgadores do grupo focal.

Gráfico 17 – Avaliação geral dos biscoitos vinculada aos códigos – soma de N° de citações por códigos



Fonte: A autora.

Conforme Holbrook e Hirschman (1982) e Lara *et al.* (2021) existem importantes aspectos experienciais do consumidor que o levam à tomada de decisão em relação a um produto, tais como, sentimentos, emoções e simbolismos, evidenciando que a escolha vai além das características intrínsecas, ou seja, as pessoas consomem por razões além daquilo que o produto faz ou do seu preço.

A análise sensorial, segundo o Instituto de Tecnólogos de Alimentos (IFT) busca evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características dos alimentos e materiais tal como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (IFT, 1981). Segundo a Duas Rodas Flavors & Botanicals ([2019?]) desvendar as percepções, entender as necessidades e as preferências do consumidor são aspectos cada vez mais valiosos para desenvolver produtos que proporcionem novas experiências.

Inicialmente, todo o grupo relatou consumir biscoitos, 5 relataram consumir desde a infância e 6 mantêm consumo semanal ou mensal do produto, o que indica uma provável

construção de hábitos a partir da infância. Todavia, segundo Beiriz *et al.* (2023), o público infantil brasileiro consome biscoitos com excesso de calorias, gorduras e sódio pela imagem de saudabilidade que eles passam, o que indica a necessidade de educar os pais para escolhas de biscoitos com ingredientes mais saudáveis.

Os procedimentos de preparo e apresentação de amostras são etapas críticas e devem ser padronizados segundo o tipo, a espécie ou a variedade de produto (IAL, 2008) para uma análise sensorial assertiva. Assim, o moderador disponibilizou os biscoitos separadamente, de forma que todas as percepções pudessem ser advindas de uma comparação com o biscoito padrão (AACC, 1995).

Conforme Dutcosky (2011, p. 27), a análise sensorial é baseada na percepção psicológica e fisiológica, usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações a partir das características dos produtos avaliados, envolvendo procedimentos para preparar e exibir as amostras sob condições controladas, medir quantitativamente as reações, analisar estatisticamente e interpretá-las a partir de hipóteses e conhecimento científico.

Segundo Lara *et al.* (2021), Tong e Su (2018), Holbrook e Hirschman (1982), as pessoas estão mais propensas a adquirirem produtos pela experiência proporcionada quando avaliam os produtos separadamente (vs. Conjuntamente). Conforme Tong e Su (2018) as escolhas de produtos pelos consumidores são influenciadas até pelos padrões sequenciais de exibição dos produtos em prateleiras de lojas.

Assim, o primeiro biscoito a ser oferecido foi o biscoito padrão da Associação Americana de Química de Cereais (AACC, 1995) preparado apenas com farinha de trigo (FT 100%) para criar uma sequência lógica na percepção dos julgadores. Para esse produto, as opiniões foram majoritariamente positivas. O grupo apreciou o tamanho do biscoito, a textura crocante e agradável, o sabor amanteigado, doce na medida certa e a cor dourada clara foi considerada uniforme e atraente, conforme relatos: Moderador: “O que vocês acham da aparência desse biscoito?”; (GF2): “Eu achei ótimo e bonito. É assim, você olha e tem vontade de comer”; (GF1): “E o cheiro também é maravilhoso”; (GF3): “Apetitoso”; (GF4): “Eu achei amanteigado”; (GF3): “Ele é crocante, não esfarela”.

O segundo biscoito a ser apresentado aos julgadores foi OPNjun (preparado com 80% de farinha de trigo e 20% de uma mistura contendo 75% de farinha de folhas de OPN e 5% de farinha de tubérculos de JUN). Essa formulação obteve uma receptividade variável, mas no final, todos disseram que comprariam esse biscoito.

As principais críticas foram relacionadas à aparência e ao sabor "de planta". A aparência escura não agradou (heterogêneo, com manchas e texturas diferentes), pois

consideraram "queimada" ou "feia", enquanto outros a associaram a um produto integral ou artesanal. O aroma foi descrito como vegetal, com notas de amêndoa, óleo de gergelim e mato.

Alguns participantes identificaram notas específicas, como brócolis, aspargo, erva doce e camomila, conforme relatos a seguir: (GF1): “Eu não gostei da aparência”; (GF7): “Lembra ter cacau, mas para mim é uma aparência feia”; (GF4): “Lembra a aparência de que é um produto integral”; (GF7): Lembra que tá muito escuro com uma aparência mais para queimado; (GF2): “Uma aparência queimada”; (GF5): Mais artesanal; (GF2): “Olhando assim, parece com espécie” (doce de gergelim famoso na região); Moderador: Vocês acham que ele é homogêneo ou não?; (GF3): “Não”; Moderador: “Como vocês caracterizariam?”; (GF3): “Heterogêneo”; (GF2): “A impressão que a gente tem é que tem castanha ou amendoim”; (GF3): “Agora se eu tivesse numa dieta eu compraria esse”.

Mesmo assim, o biscoito foi considerado saudável pelo grupo e uma alternativa interessante, embora o teor de OPN não tenha agradado pela cor escura e “cheiro de mato”. Em uma análise sensorial para avaliação de pão de sal acrescido de farinha de *P. aculeata* a melhor aceitação sensorial se deu na faixa de 5%, ou seja, com a menor concentração da planta, embora com menor quantidade de proteínas, lipídeos e fibras (Silva *et al.*, 2014).

Um relato interessante surgiu ao analisar o biscoito OPNjun: (GF2): “Tem que fazer para estimular as pessoas a usarem, né? Porque é necessário, tem que mudar esses hábitos. Porque a gente come essas bolachas cream cracker cheias de manteiga, né? Cheias de coisas... Tem que ir procurando se adaptar. E o gosto é diferente. [...] É igual a chá, tem gente que não gosta de chá”.

A fala de GF2 revela alguns pontos importantes sobre a promoção do consumo de PANC e a mudança de hábitos alimentares. Em primeiro lugar a fala enfatiza a necessidade de estimular o consumo das PANC (GF2): “fazer para estimular as pessoas a usarem”. Isso indica que apesar dos benefícios, ainda existe uma resistência ou falta de familiaridade por parte da população em usar as PANC. Além disso, há uma crítica aos hábitos alimentares tradicionais (GF2): “bolachas cream cracker cheias de manteiga” representa uma crítica aos alimentos ultraprocessados ricos em gorduras e sódio. Por fim, o reconhecimento da diferença de sabor das PANC em relação aos alimentos tradicionais (GF2): “[...] o gosto é diferente [...]”. Essa observação é importante, pois o sabor é um fator determinante na aceitação de novos alimentos.

O biscoito preparado com OPNJUN foi mais bem avaliado que o biscoito OPNjun, embora haja divergências sobre a aparência e crocância serem boas ou ruins. Em

geral, os participantes gostaram da cor mais clara, da textura mais crocante e do sabor mais suave da formulação (sabor residual de coco) e a maioria compraria esse biscoito. Alguns consideraram a cor, parecida com cacau e produto integral, como benefício.

Essa versão foi considerada mais crocante que OPNjun e mais uniforme (GF4): “Esse parece mais homogêneo”; (GF5): “A aparência mais uniforme é melhor. Para o público comprar seria mais interessante”; (GF7): “Essa aqui lembra mais cacau e mais integral. A outra (OPNjun) lembrava mais queimado”; (GF5): “É por conta que tem mais junça, né? A junça é clara”; (GF3): “Eu já prefiro assim, comparando com o padrão, fica mais próximo dele”; (GF4): “Eu sinto mais macio que o anterior”; (GF3): “O cheiro da planta está menor nesse”; (GF1): “E o sabor está melhor”; (GF2): “Eu gostei mais do cheiro desse”.

Conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), na avaliação sensorial, os indivíduos são levados a uma experimentação, por meio dos próprios órgãos sensórios, numa percepção somatossensorial, onde utilizam os sentidos da visão, olfato, audição, tato e gosto. Para Holbrook e Hirschman (1982) existe uma visão experiencial que é concentrada na natureza simbólica, hedônica e estética do consumo e do gosto por um produto.

Foi interessante notar que ao conhecerem as PANC, os participantes se sentiram mais confiantes em analisar os biscoitos. De acordo com Lorenzi e Matos (2008), a junça (JUN) é uma PANC usada como guloseima por seu sabor lembrar o de coco. À medida que a concentração é aumentada, a aceitação parece aumentar. Foi observado por Resosemito *et al.* (2022), essa maior aceitação com tempeh enriquecido com a junça. Ainda que a PANC ora-pro-nóbis não tenha apresentado um apelo sensorial tão atrativo quanto à junça no grupo focal, sua rica composição nutricional (proteínas) e medicinal (flavonoides) agrega elevado valor funcional ao biscoito, sendo importante estimular o desenvolvimento de novos produtos com a espécie (Martin *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2019; Porto *et al.*, 2022; Sá *et al.*, 2024).

A aceitação sensorial do biscoito misto (opnJUN) foi relativamente boa. Entre todos os atributos desse biscoito, o sabor e o aroma foram muito apreciados. O cheiro lembrou de gergelim, amêndoas, grãos e castanhas. No entanto, sua aparência heterogênea foi comparada à de carne de hambúrguer, kibe, amendoim e castanha, havendo preferência pelas cores dos biscoitos anteriores. A textura foi caracterizada como fibrosa, seca e quebradiça, ocasionando opiniões divergentes sobre isso ser bom ou ruim. Essa versão foi também caracterizada como mais doce. (GF1): “Eu lembro de carne de hambúrguer”; (GF7): “Perfeito”; (GF4): “Tem aparência externa de kibe”; (GF3): “É porque os outros estavam rachados, esse aqui está realmente com espaços separados. Embaixo ficaram espaços vazios como se eles tivessem se separado no assamento”; (GF7): “O meu eu sinto como se a massa

fosse um bolo assim, grosseiro”; (GF7): “O cheiro de gergelim está mais... Para mim está com cheiro total de amêndoas, de grãos...”; (GF3): “Cheirinho doce”; (GF5): “Sim, é melhor que o outro”.

Isto está de acordo com Yu *et al.* (2022) e Zhang *et al.* (2022), que reportaram que a junça é rica em carboidratos (43.3%) e fibra bruta (8.06–8.91%). Tal constatação possibilita presumir que a junça pode funcionar como possível agente de dulçor em substituição à sacarose da formulação padrão AACCC utilizada, ao mesmo tempo em que requer maior hidratação por conta do seu teor de fibra, sendo necessários mais testes experimentais para essa confirmação.

Em bases gerais, sensorialmente, a associação das PANC ora-pro-nóbis e junça em biscoitos tipo *cookies* teve boa aceitação pelo Grupo Focal, permitindo aferir que produtos alimentícios com essas duas espécies são promissores como inovação gastronômica e para enriquecimento nutricional da dieta do brasileiro. De acordo com Dutcosky (2011), a análise sensorial é muito relevante para selecionar novas fontes de suprimento e no teste de mercado de um novo produto ou produto reformulado.

Sobre o potencial de mercado, todas as três versões de biscoitos apresentaram potencial de mercado, havendo maior preferência pela versão com maior concentração de junça (1OPN:2JUN). Também houve sugestões do grupo em viabilizar outros produtos, como pães e bolos, com as farinhas mistas das PANCs ora-pro-nóbis e junça. Constatou-se que o apelo de consumo saudável foi demonstrado tanto pelos participantes do Grupo Focal, como pelos entrevistados do *Survey*, respaldando as pesquisas sobre componentes funcionais de PANCs encontradas na análise cienciométrica, o que representa um cenário a ser melhor explorado pelos profissionais da área de alimentos. De acordo com Sá *et al.* (2024) e Lara *et al.* (2021) é importante incentivar a inovação e o desenvolvimento de novos produtos com PANC, uma vez que o consumidor não é um simples tomador de decisão racional, e que o cenário atual é de intensa competitividade e numerosos desafios.

Nesse contexto, seis importantes tendências vêm sendo apontadas para a área da alimentação, conforme dados da Agência Euromonitor International enfatizados por Westbrook e Angus (2022) e Laporta (2020): (1) Nutrientes funcionais através de ingredientes mais naturais; (2) Nova equação de valor com alimentos mais acessíveis; (3) Alimentação baseada em plantas pelas tendências ambientais e de saúde com preferência para aqueles que substituam carnes e laticínios; (4) Sustentabilidade através de uma abordagem holística e de longo prazo que não olhe apenas para a embalagem como um todo mas também aborde mudanças climáticas, pobreza e desperdício de alimentos; (5) Entrega de comida com serviços

mais personalizados; (6) Indulgência permissível com mais prazer em se alimentar associado à novidade e a uma imagem mais *premium*. São valores da sociedade que estão em transformação, que impactam as relações de consumo e começam a forçar as empresas mais conservadoras a mudarem suas estratégias (Laporta, 2020).

Sobre as embalagens, os participantes sugeriram material em papel craft com tons terrosos e verde, com imagens das plantas utilizadas na produção do biscoito. Eles também mencionaram a qualidade nutricional das plantas como um diferencial do produto, que deveria estar destacado na embalagem. O preço ideal para uma embalagem com 10 biscoitos foi considerado entre 8 e 15 reais (USD 1,47 e USD2,74).

#### **8.2.4 Triangulação entre os dados obtidos ao se integrar a análise cienciométrica, o survey e o grupo focal**

A triangulação de dados evidenciou um panorama geral complexo, multifacetado e extremamente importante sobre o contexto das PANC.

Para a análise cienciométrica, observou-se que as pesquisas realizadas com PANC se apresentaram de forma dinâmica, ocorrendo majoritariamente em contextos multidisciplinares, com avanços científicos e aplicações práticas das espécies analisadas. Há crescente interesse nas propriedades nutricionais e funcionais, bem como no desenvolvimento de produtos alimentícios inovadores, o que se alinha às demandas do consumidor por produtos saudáveis, mas também às demandas da indústria/mercado.

Como lacunas a serem trabalhadas, há escassos estudos voltados para as áreas de educação, comunicação e marketing na área de PANC e afins. Isso gera um questionamento sobre como estudos focados (por exemplo) na educação/sensibilização nutricional e gastronômica com PANC podem contribuir para ampliar o consumo dessas espécies na população. Cabe ressaltar que, o Brasil, com um percentual superior a 91% de publicações do tipo *single country publication* (SCP), demonstra uma elevada autonomia na condução de suas pesquisas, sugerindo que as redes de colaboração científica internas são bem estabelecidas e robustas. Essa constatação capacita o país a produzir conhecimento científico na área de forma independente.

No *survey*, foi verificado que o público consumidor tem interesses crescentes em alimentos saudáveis, mas possui baixos conhecimentos sobre PANC. Os fatores que mais influenciaram a intenção e o comportamento do consumidor foram: preço dos produtos, sabor, saudabilidade e embalagens, desde que alinhados. Isso pode indicar a necessidade de

estratégias de marketing e educação que promovam os benefícios dessas plantas a fim de incentivar seu consumo *in natura*, bem como dos produtos alimentícios derivados de seu beneficiamento, o que se alinha ao diagnóstico da análise cienciométrica.

Ressalta-se ainda, a importância da educação como base para difusão do entendimento voltado para a preservação da biodiversidade à qual pertencem as PANC, onde, para a região estudada, há o desafio de se institucionalizar padrões de consumo condizentes com a Agenda 2030 (combater a fome, as mudanças climáticas e preservar os ecossistemas) (ONU, 2016, [2021]).

Os dados do grupo focal apresentaram alinhamento com a análise cienciométrica e o *survey*. Foi constatado o interesse por produtos saudáveis e sustentáveis, mas também a falta de familiaridade com as PANC, onde foi possível concluir que estratégias educativas através da experimentação são imprescindíveis para a ampliação do consumo e do mercado, por conseguirem romper barreiras de preconceito, através de sabores inovadores.

Não obstante, os aspectos tecnológicos do produto utilizado no grupo focal, correlacionaram-se fortemente com as categorias e subcategorias consideradas importantes pelos julgadores, embora a saudabilidade tenha prevalecido como ponto crucial para a compra. O maior aporte de fibras, proteínas e lipídios, proporcionados pelas PANC na composição das farinhas, modificou o comportamento reológico das massas e as características do produto final, com aumento da absorção de água, no tempo de desenvolvimento e na estabilidade das massas, resultando em biscoitos com características físicas e sensoriais bem diversificadas.

Em resumo, a triangulação possibilitou constatar que há um mercado promissor para produtos alimentícios com PANC, que é consoante aos diagnósticos mundiais realizados por agências especializadas em consumo, como a Euromonitor International (Westbrook; Angus, 2022). Entretanto, ainda é preciso romper as barreiras de preconceito para que essas espécies se posicionem nesse mercado.

Como se diagnosticou que a sustentabilidade fica em segundo plano na escolha por alimentos saudáveis, há a necessidade de melhores campanhas de sensibilização sobre a temática, uma vez que o cenário de mudanças climáticas não é utópico e sim uma realidade alarmante vivenciada por todos os brasileiros na atualidade.

Embora o Guia Alimentar para a População Brasileira preconize uma dieta rica em nutrientes essenciais, considerando a sustentabilidade dos sistemas alimentares (Brasil, 2014), ainda há elevada desconexão da população em relação à natureza. Foi possível confirmar, através das respostas, que os entrevistados não percebem a biodiversidade local



como imprescindível à própria sobrevivência e que, para isso, precisa ser preservada.

Nesse contexto, infere-se que a égide do capitalismo ainda molda muito as subjetividades relacionadas ao alimento (Backes; Giongo; Cúnico, 2023). A população ainda apresenta uma visão compartimentalizada, enxergando a natureza mais como uma fonte de recursos inesgotável para benefícios próprios. Para Durigon, Madeira e Kinupp (2023) e Lisbinski (2024) a adaptação à crescente demanda dos consumidores por opções mais saudáveis com sustentabilidade vai requerer do Brasil o apoio do governo e a sensibilização de toda a sociedade.

Assim, conforme salientam Kinupp (2009) e Ranfa; Ciane (2016), faz-se necessário priorizar estudos etnobotânicos, nutricionais e gastronômicos para resgatar as PANC, suas diferentes formas de uso e preparos. Deve-se considerar a ampliação do mercado e a valorização dessas espécies, dada a importância para a SAN e para a etnosociobiodiversidade pois, a falta de informações sobre a disponibilidade e os usos dessas espécies alimentícias é que as torna negligenciadas por grande parte da população (Moebus; Barreto; Moraes, 2024; Padilha *et al.*, 2020; Tuler, Peixoto e Silva, 2019).

## 9 CONCLUSÃO

Pôde-se demonstrar que as PANC *C. esculentus* e *P. aculeata* cultivadas no Ceará apresentaram componentes importantes do metabolismo primário e secundário responsáveis pelos benefícios nutricionais e farmacológico citados na literatura científica, permitindo um consumo seguro como alimento, onde os tubérculos de *C. esculentus* demonstraram ser fonte acessível e significativa de amido, lipídios, fibras e esteroides, enquanto as folhas de *P. aculeata* se destacaram por seu conteúdo proteico, fibras e compostos fenólicos, confirmando o valor nutricional e a segurança para consumo alimentar.

Consoante, as análises botânicas detalhadas se mostraram de extrema importância para a validação científica e consequente segurança ao consumo dessas espécies, reforçando a validade e rastreabilidade dessas espécies.

No âmbito tecnológico, a incorporação das farinhas dessas PANC em biscoitos tipo *cookie* resultou em um notável incremento nutricional, particularmente em fibras, proteínas, lipídios e compostos fenólicos. Embora a interação com a farinha de trigo tenha impactado a rede de glúten e alterado parâmetros colorimétricos e de extensibilidade, a produção de biscoitos com boa aceitabilidade sensorial e propriedades tecnológicas viáveis foi confirmada. A limitação em atingir os critérios de "fonte de fibra" pela legislação atual aponta para a necessidade de formulações com maior percentual de PANC ou a utilização de farinhas integrais como base.

A aplicação inovadora de análises *in silico* permitiu prever atividades biológicas relevantes: os lipídios de *C. esculentus* indicam potencial antineoplásico, intestinal e neuroprotetor (Alzheimer), enquanto os bioativos de *P. aculeata* sugerem efeitos antioxidantes, cardioprotetores, vasoprotetores, antineoplásicos e hepatoprotetores. Tais predições destacam o promissor valor funcional destas PANC para a indústria alimentícia e nutracêutica.

A triangulação dos dados mercadológicos (cienciometria, *survey*, grupo focal) revelou um paradoxo: apesar do crescente corpo científico demonstrando os benefícios das PANC e do desejo do consumidor por produtos mais saudáveis, o desconhecimento generalizado e o preconceito cultural representam barreiras significativas à sua aceitação. A experimentação e a educação mostram-se cruciais para superar essa relutância, valorizando a biodiversidade local como estratégia fundamental para a soberança alimentar.

Este estudo contribui significativamente para o conhecimento científico de *P. aculeata* e *C. esculentus*, validando seu potencial para o desenvolvimento de produtos

alimentícios nutritivos e inovadores. Futuras pesquisas devem focar na validação *in vivo* dos efeitos funcionais preditos *in silico*, na otimização de formulações para alegações de saúde específicas e na elaboração de estratégias eficazes de educação e marketing que promovam a conscientização e o consumo dessas espécies subutilizadas.

## REFERÊNCIAS

- A CONVERSATION about cultivated meat. **Nature communications**, [s. l.], v. 14, n. 8331, p. 1-4, 2023.
- AACC. **AACC International Method 76-21.01**: general pasting method for wheat or rye flour or starch using the rapid visco analyser. [S. l.]: AACC, 1999a.
- AACC. **AACC International Method 56-81.03**: determination of falling number. [S. l.]: AACC, 1999b.
- AACC. **AACC International Method 38-12.02**: Wet Gluten, Dry Gluten, Water-Binding Capacity, and Gluten Index. [S. l.]: AACC, 2000.
- AACC. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 9th ed. Saint Paul: AACC, 1995. 1 v.
- AACC. **American Association Of Cereal Chemists. Method 44-15**. 8. ed. v. 1. Saint Paul, 2010. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org>. Acesso em: 28 nov 2023.
- AACC. **American Association Of Cereal Chemists. Method 30-20**. 8. ed. v. 1. Saint Paul, 2000. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org>. Acesso em: 28 nov 2023.
- AACC. **American Association of Cereal Chemists. Method 46-12**. 8. ed. Saint Paul, 2000. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org>. Acesso em: 28 nov 2023.
- AACC. **American Association of Cereal Chemists. Method 8-12**. 8. ed. v. 1. Saint Paul, 2020. Disponível em: <http://methods.aaccnet.org>. Acesso em: 28 nov 2023.
- AACC. American Association of Cereal Chemists Method 54-21.02: Rheological behavior of flour by farinograph: constant flour weight procedure. In: AACC. **AACC Approved Methods of Analysis**. 11. ed. Saint Paul: AACC International, 2011. Disponível em: <https://methods.aaccnet.org/summaries/54-21-02.aspx>. Acesso em: 28 ago 2024.
- AACC. American Association Of Cereal Chemists Method 54-10.01: Extensigraph Method, General. In: AACC. **AACC Approved Methods of Analysis**. 11. ed. Saint Paul: AACC International, 1999.
- ABIA. **Números do Setor 2024 (One Page Atualizado)**. [S. l.]: ABIA, 2024. Disponível em: <https://intranet.abia.org.br/vsn/temp/z2024827NUMEROSDOSETOR2024ONEPAGE.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2025.
- ABIMAPI. **Estatísticas de Mercado**. [S. l.]: Abimapi, 2025. Disponível em: <https://abimapi.com.br/estatisticas-mercado/>. Acesso em: 20 abr. 2025.
- ABIMAPI. **Vendas**. [S. l.]: Abimapi, 2020. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas.php>. Acesso em: 16 mar. 2022.
- ABOYE, B. H.; GEBRE-EGZIABHER, T.; KEBEDE, B. Peri-urban food insecurity and coping strategies among farm households in the face of rapid urbanization in Sub-Saharan

Africa: evidence from Ethiopia. **Research in Globalization**, [s. l.], v. 8, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590051X24000091>. Acesso em: 15 set. 2024.

ABRAS, Michael Furtini. **Panc's**: a cultura alimentar de hortaliças tradicionais na modernidade. 2018. Dissertação (Mestrado em Estudos Culturais Contemporâneas) - Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2018.

ACCOGLI, R. I. T. A.; MEDAGLI, P. Erbe spontanee salentine. Guida al riconoscimento e all'uso delle piante alimentari tradizionali. **Thalassia Salentina**, [s. l.], v. 36, p. 53-62, 2014. Disponível em: <http://siba-ese.unisalento.it/index.php/thalassiasal/article/view/14531>. Acesso em: 7 maio 2023.

ACOSTA, A. L. et al. Interfaces à transmissão e spillover do coronavírus entre florestas e cidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, n. 99, p. 191-208, 2020. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142020000200191&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142020000200191&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 28 dez. 2020.

ADEBOWALE, A. A. *et al.* Mineral and antinutrient content of high quality cassava-tigernut composite flour extruded Snack. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 41, p. 1-9, 2017.

ADEDEJI, O. E. *et al.* Cellulose synthesis from germinated tiger nut residue and its application in the production of a functional cookie. **Journal of Food Science and Technology**, [s. l.], v. 61, p. 1965-1975, 2024. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-024-05972-8>. Acesso em: 2 dez. 2024.

ADEGUNWA, M. O. *et al.* Evaluation of nutritional and functional properties of plantain (*Musa paradisíaca* L.) and tigernut (*Cyperus esculentus* L.) flour blends for food formulations. **Cogent Chemistry**, [s. l.], v. 3, p. 1-15, 2017.

ADEJUYITAN, A. Tigernut processing: its food uses and health benefits. **American Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 197-201, 2011.

AGGIO, A. *et al.* Endothelium/nitric oxide mechanism mediates vasorelaxation and counteracts vasoconstriction induced by low concentration of flavanols. **European Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 52, n. 1, p. 263-272, 2013.

AGOSTINI-COSTA, T. S. *et al.* Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae – *Pereskia* sp. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 11, p. 178-184, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464614002990>. Acesso em: 7 fev. 2022.

AGOSTINI-COSTA, T. S. *et al.* Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 234-238, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/y8tgPpFhNh4qBjyhNHnJrfJ/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 27 jan. 2024.

AGUIAR, I. W. O. *et al.* Anthropometric indicators in traditional peoples and communities in Brazil: analysis of individual records from the Food and Nutrition Surveillance System, 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 32, n. 4, p. 1-19, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/PJNYQ6dSKgS6jw7yxTgbnns/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2025.

AGUILAR, N. *et al.* Chickpea and tigernut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 62, p. 225-232, 2015.

AI, D. *et al.* Identifying Gut microbiota associated with colorectal cancer using a zero-inflated lognormal model. **Frontiers in Microbiology**, [s. l.], p. 1-8, 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2019.00826/full>. Acesso em: 28 dez. 2020.

ALARCON-RUIZ, C. A. *et al.* Bibliometric Analysis of Medicinal Plants' Original Articles from Latin America and the Caribbean Region. **Journal of Scientometric Research**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 79-91, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5530/jscires.12.1.011>. Acesso em: dez. 2024.

ALBUQUERQUE, D. B. *et al.* Corrida de rua: uma análise qualitativa dos aspectos que motivam sua prática. **Revista Brasileira de Ciências e Movimento**, Brasília, DF, v. 26, n. 3, p. 88-95, 2018. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rbcm/article/view/8940>. Acesso em: 20 abr. 2025.

ALEGRÍA-TORÁN, A.; FARRÉ-ROVIRA, R. Horchata y salud: aspectos nutricionales y dietéticos. In: FUNDACIÓN VALENCIANA DE ESTUDIOS AVANZADOS (ed.). **Jornada Chufa y Horchata: Tradición y Salud**. Valencia, Spain: Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2003. p. 55–70.

ALEXANDRE, D.; CEBOLA, M.; MENDES, L. Alimentação, composição corporal e cancro da mama. **Saúde e Tecnologia**, [s. l.], v. 1, p. 9-12, 2012. Disponível em: [http://www.estesl.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/pdf/alimentacao\\_comopsicao\\_corporal\\_e\\_cancro\\_da\\_mama.pdf](http://www.estesl.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/pdf/alimentacao_comopsicao_corporal_e_cancro_da_mama.pdf). Acesso em: 29 out. 2020.

ALEXANDRINO, T. D. *et al.* Plant based proteins as an egg alternative in cookies: using de-oiled sunflower meal and its protein isolate as an emulsifying agent. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 26, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03823>. Acesso em: 20 abr. 2025.

ALHO, Cleber J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. *Estud. av.*, São Paulo, v. 26, n. 74, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/5ffmTbhgzD3WQMjJPFWx7pK>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ALI, I. *et al.* Fake news detection techniques on social media: a survey. **Wireless Communications and Mobile Computing**, [s. l.], v. 2022, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2022/6072084>. Acesso em: 20 abr. 2025.

ALMEIDA, M. E. F. **Farinha de folhas de cactáceas do gênero *Pereskia***: caracterização nutricional e efeito sobre ratos wistar submetidos à dieta hipercalórica. 2012. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/585>. Acesso em: 14 fev. 2022.

ALMEIDA, M. E. F. *et al.* Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, [s. l.], v. 30, p. 431-439, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555/14557>. Acesso em: 11 nov. 2020.

ALTIERI, M. A. Agroecologia, agricultura camponesa e soberania alimentar. **Revista Nera**, [s. l.], n. 16, p. 22–32, 2012. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1362>. Acesso em: 9 mar. 2025.

AMARAL, T. N. *et al.* Blends of *Pereskia aculeata* Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 79, p. 331-342, 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0268005X17315308>. Acesso em: 7 fev. 2022.

AMARAL, T. N. *et al.* Effects of salts and sucrose on the rheological behavior, thermal stability, and molecular structure of the *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 131, p. 218-229, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.063>. Acesso em: 20 abr. 2025.

AMORIM, A.; BARBOSA, A. H.; SOBRAL, P. J. D. A. Hunger, Obesity, Public Policies, and Food-Based Dietary Guidelines: a reflection considering the socio-environmental world context. **Frontiers in Nutrition**, [s. l.], v. 8, p. 1-12, 2022. Disponível em: [doi:10.3389/fnut.2021.805569](https://doi.org/10.3389/fnut.2021.805569). Acesso em: 18 out. 2023.

AMPESE, L. C. *et al.* Research progress, trends, and updates on anaerobic digestion technology: a bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 331, p. 130004, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130004>. Acesso em: dez 2024.

AMBIEL, Cristina. **Industrialização de pães, massas e biscoitos**. São Paulo: SENAI-SP, Escola SENAI “Horácio Augusto da Silveira”, 2010. 78 p.

ANDRADE, T. N. *et al.* Explorando o potencial da proteína de girassol na economia circular: uma oportunidade inovadora para a indústria de alimentos plant-based. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [s. l.], v. 22, n. 8, p. 1-24, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/6324>. Acesso em: 23 fev. 2025.

ANGELIS, M. *et al.* Diet influences the functions of the human intestinal microbiome. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: [doi: 10.1038/s41598-020-61192-y](https://doi.org/10.1038/s41598-020-61192-y). Acesso em: 23 set. 2021.

ANTINOCEPTIVO. In: DICIONÁRIO Priberam da Língua Portuguesa. [S. l.]: Priberam Informática, c2022. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/antinociceptivo>. Acesso em: 25 jan. 2022.

ANTUNES, Veridiana de Carvalho; RAMOS, Gaspar Dias Monteiro; MAIA, Michelle Nogueira dos Santos. Vantagens nutricionais da utilização de coprodutos agroindustriais na

fabricação de biscoitos. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 7118-7127, jan. 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n1-482.

ANVISA. **Farmacopeia brasileira**. 6. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2019.

ANVISA. **Formulário de Fitoterápicos**: farmacopeia brasileira. 2. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/formulario-fitoterapico>. Acesso em: 29 mar. 2022.

ANVISA. **Guia de Especificações de Ingredientes Alimentares**: Guia nº 37/2020. Versão 1. [S. l.]: Anvisa, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/setorregulado/regularizacao/alimentos/arquivos/guia-n-37-especificacoes-ingredientes-alimentares.pdf/view>. Acesso em: 22 mar. 2022.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 26, de 13 de maio de 2014**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de produtos tradicionais fitoterápicos. [Brasília, DF]: SaudeLegis, 2014. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026\\_13\\_05\\_2014.pdf](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf). Acesso em: mar. 2025.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. [Brasília, DF]: AnvisaLegis, 2005. [Revogada].

ANVISA. **Resolução-RDC nº 711, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. [Brasília, DF]: AnvisaLegis, 2022a.

ANVISA. **Resolução-RDC nº 712, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os requisitos de composição e rotulagem dos alimentos contendo cereais e pseudocereais para classificação e identificação como integral e para destaque da presença de ingredientes integrais. [Brasília, DF]: AnvisaLegis, 2022b.

APETRIL, M. *et al.* Nutrition in Chronic Kidney Disease-The Role of Proteins and Specific Diets. **Nutrients**, Basel, v. 13, n. 3, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu13030956>. Acesso em: 20 abr. 2025.

APÓS intimidações por luta contra agrotóxicos, pesquisadora decide deixar o país. **Brasil de Fato**, São Paulo, 19 mar. 2021. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/03/19/apos-intimidacoes-por-luta-contra-agrotoxicos-pesquisadora-decide-deixar-o-pais>. Acesso em: 01 dez. 2024.

ARAFAT, S. M. *et al.* Chufa Tubers (*Cyperus esculentus* L.): as a new source of food. **Revista World Applied Sciences Journal**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 151-156, 2009. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.388.7524&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

ARAÚJO, W. M. C. *et al.* **Alquimia dos alimentos**. 3. ed. Brasília, DF: Editora Senac-DF, 2014.



ARENA, R. V. P.; RIBEIRO, P. F. A.; KAMINSKI, T. A. Obtaining and physicochemical characterization of protein concentrates from ora-pro-nobis leaves. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/42058>. Acesso em: 15 mar. 2025.

ARENARO, A. C.; DIAS, M. Em Busca da Resource-Based View Dinâmica: Contribuição da Teoria Austríaca de Estratégia. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 34., 2010, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2010. Disponível em: [http://www.anpad.org.br/diversos/down\\_zips/53/eso281.pdf](http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/53/eso281.pdf). Acesso em: 28 out. 2021.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 959–975, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>. Acesso em: 10 dez. 2024.

ASARE, P. *et al.* Phenotypic characterization of tiger nuts ( *Cyperus esculentus* L.) from Major Growing Areas in Ghana. **The Scientific World Journal**, [s. l.], v. 2020, n. 1, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/7232591>. Acesso em: 10. dez. 2024.

ASSIS, E. M. *et al.* Consumo de alimentos industrializados na comunidade do centro universitário do leste de Minas Gerais. **Revista Online Unileste**, [s. l.], v. 2, p. 15, 2004. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Andrea-Badaro/publication/237580912\\_CONSUMO\\_DE\\_ALIMENTOS\\_INDUSTRIALIZADOS\\_NA\\_COMUNIDADE\\_DO\\_CENTRO\\_UNIVERSITARIO\\_DO\\_LESTE\\_DE\\_MINAS\\_GERAIS/links/551d1ec20cf2000f8f9383bb/CONSUMO-DE-ALIMENTOS-INDUSTRIALIZADOS-NA-COMUNIDADE-DO-CENTRO-UNIVERSITARIO-DO-LESTE-DE-MINAS-GERAIS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andrea-Badaro/publication/237580912_CONSUMO_DE_ALIMENTOS_INDUSTRIALIZADOS_NA_COMUNIDADE_DO_CENTRO_UNIVERSITARIO_DO_LESTE_DE_MINAS_GERAIS/links/551d1ec20cf2000f8f9383bb/CONSUMO-DE-ALIMENTOS-INDUSTRIALIZADOS-NA-COMUNIDADE-DO-CENTRO-UNIVERSITARIO-DO-LESTE-DE-MINAS-GERAIS.pdf). Acesso em: 26 mar. 2022.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Crude fiber analysis in feeds by filter bag technique: method n° 991.43**. Gaithersburg: AOAC, 2010. Disponível em: [https://agronomy.ifas.ufl.edu/pdfs/crudefiber120606\\_2000.pdf](https://agronomy.ifas.ufl.edu/pdfs/crudefiber120606_2000.pdf). Acesso em: 28 ago. 2023.

ATCC. **The Global Bioresource Center**. [S. l.]: ATCC, 2011. Disponível em: <http://www.atcc.org/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

AZPIAZU, C. *et al.* Chronic oral exposure to field-realistic pesticide combinations via pollen and nectar: effects on feeding and thermal performance in a solitary bee. **Scientific Reports**, v. 9, p. 1-9, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-019-50255-4>. Acesso em: 29 out. 2020.

AZUBUIKE, C. P. *et al.* Evaluation of Disintegrant Potential of Carboxymethyl Starch Derived from *Cyperus esculentus* (Cyperaceae) Tubers. **Tropical Journal of Natural Product Research**, [s. l.], v. 3, p. 246–251, 2019. Disponível em: <https://tjnpr.org/index.php/home/article/view/992/1628>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BABIKER, E. E. *et al.* Bioactive compounds, nutritional and sensory properties of cookies prepared with wheat and tigernut flour. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 349, p. 1-8, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129155>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BACKES, R. M. F.; GIONGO, C. R.; CÚNICO, S. D. “Somos a Terra Lutando para Sobreviver”: histórias de vida de mulheres agroecologistas. **Psicologia: Ciência e Profissão**, [s. l.], v. 43, p. 1-15, 2023.

BADO, P. S. *et al.* Physicochemical characteristics and composition of three morphotypes of *Cyperus esculentus* tubers and tuberoils. **Journal of Analytical Methods in Chemistry**, [s. l.], v. 2015, n. 1, 2015.

BALAKIREVA, A.V. *et al.* Trends and Prospects of Plant Proteases in Therapeutics. **Curr. Med. Chem.**, v. 26, p. 465-486, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.2174/0929867325666171123204403>. Acesso em: 16 ago. 2025.

BALANZÁ-MARTÍNEZ, V. *et al.* The assessment of lifestyle changes during the COVID-19 pandemic using a multidimensional scale. **Revista de Psiquiatria y Salud Mental**, Barcelona, v. 14, n. 1, p. 16–26, 2021. Disponível em: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-psiquiatria-salud-mental-286-pdf-S1888989120300975>. Acesso em: 1 abr. 2025.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, [s. l.], v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605006242>. Acesso em: 26 maio 2022.

BALBACH, A. A. **Flora Nacional na Medicina Doméstica**. 11th. São Paulo: Editora Edel: A Edificação do lar, 1980.

BAMIGBOYE, C. O. *et al.* Antioxidant and antimicrobial activities of nanosilver-mycomeat composite produced through solid state fermentation of tigernut waste and cassava pulp by *Pleurotus pulmonarius*. In: NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN AFRICA: OPPORTUNITIES AND CONSTRAINTS, 2019, Ogbomoso, Nigeria. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 805**. Ogbomoso, Nigeria: IOP Publishing Ltd, 2020. p. 012011. DOI: 10.1088/1757-899X/805/1/012011. Acesso em: 1 jul. 2025.

BAMISHAIYE, E. I.; MUHAMMAD, N. O.; BAMISHAIYE, O. M. Assessment of biological value of tiger nut (*Cyperus esculentus*) tuber oil meal-based diet in rats. **Annals of Biological Research**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 274-280, 2010. Disponível em: <https://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/assessment-of-biological-value-of-tiger-nut-cyperus-esculentus-tuber-oil-mealbased-diet-in-rats.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2025.

BAN-KOFFI, L. *et al.* Caractérisation physico-chimique et potentialités thérapeutiques du pois sucré (*Cyperus esculentus* L.(Cyperaceae)). **Agronomie africaine**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 63-71, 2005. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/1658>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BARBALHO, S. M. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller flour: metabolic effects and composition. **Journal of medicinal food**, [s. l.], v. 19, n. 9, p. 890-894, 2016. Disponível em: <https://www.liebertpub.com/doi/full/10.1089/jmf.2016.0052>. Acesso em: 07 fev. 2022.

BARDIN, L. **L'analyse de contenu**. Paris: Presses universitaires de France, 1977.

BARREIRA, T. F. *et al.* Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 41, suppl 1, p. 47-51, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/fst.07920>. Acesso em: 25 jan. 2022.

BARREIRA, T. F. *et al.* Diversidade e equitabilidade de Plantas Alimentícias Não Convencionais na zona rural de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 17, n. 4, supl. 2, p. 964-974, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/14\\_100](https://doi.org/10.1590/1983-084X/14_100). Acesso em: 25 jan. 2022.

BARRETO, S. M. *et al.* Análise da estratégia global para alimentação, atividade física e saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, p. 41-68, 2005. Disponível em: [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S1679-49742005000100005&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S1679-49742005000100005&script=sci_arttext&tlng=es). Acesso em: 20 abr. 2025.

BARROS, F. B. *et al.* (ed.). **Agroecologia e povos tradicionais na América Latina e Caribe**. Brasília, DF: Embrapa, 2023.

BEDANTE, G. N. **A influência da consciência ambiental e das atitudes em relação ao consumo sustentável na intenção de compra de produtos ecologicamente embalados**. 2004. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/3904>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BEIRIZ, Y. R. *et al.* Desafios da promoção da educação alimentar saudável e a cultura do consumo de biscoitos na infância. **Clinics Biopsychosocial**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 70-75, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.54727/cbps.v1i1.6>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BENDIXEN, L. E., 1973. Anatomy and Sprouting of Yellow Nutsedge Tubers. **Weed Science**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 501–503, 1973.

BERTOLINO, M. T.; BRAGA, A. **Ciência e Tecnologia para a fabricação de biscoitos: handbook do biscoiteiro**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela: Revista Higiene Alimentar, 2017.

BEYER, A. K. *et al.* The role of physical activity in the relationship between self-perceptions of ageing and self-rated health in older adults. **Psychology & Health**, Abingdon, v. 30, n. 6, p. 671–685, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/08870446.2015.1014370>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BEZERRA, I. N. *et al.* Evolution of out-of-home food consumption in Brazil in 2008–2009 and 2017–2018. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 55, p. 1s-11s, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rsp/article/view/194148/179546>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BEZERRA, I. N.; SICHIERI, R. Características e gastos com alimentação fora do domicílio no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 221-229, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/DY33jrwYqYtm5RqZ5R7RyhF/>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BOCCHI, C. P. *et al.* A década da nutrição, a política de segurança alimentar e nutricional e as compras públicas da agricultura familiar no Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, [s. l.], v. 43, 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6913207/>. Acesso em: 7 maio 2023.

BOER, J.; AIKING, H. Pursuing a Low Meat Diet to Improve Both Health and Sustainability: How can we use the frames that shape our meals? **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 142, p. 238-248, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800917303701>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BONAN, P. R. F. *et al.* Avaliação do estresse térmico de *Candida albicans* utilizando microplacas e resazurina como indicador de oxidação. *In*: FÓRUM DESENVOLVIMENTO REGIONAL: COMPROMISSO DA UNIMONTES, 4., 2010, Montes Claros. **Anais [...]**. Montes Claros: Unimontes, 2010.

BOUKHARAEVA, L. M. *et al.* Agricultura urbana como um componente do desenvolvimento humano sustentável: Brasil, França e Rússia. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, p. 413-425, 2005. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8677/4864>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRACK, P. Apresentação. *In*: SANTIAGO, R. A. C.; CORADIN, L. (ed.). **Biodiversidade brasileira: sabores e aromas**. Brasília, DF: MMA, 2018. p. 711-712. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2\\_of\\_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2_of_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf). Acesso em: 12 jan. 2022.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643895800085>. Acesso em: 12 maio 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 21 dez. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 11.646, de 10 de julho de 2023**. Institui a Estratégia Nacional de Economia de Impacto e o Comitê de Economia de Impacto. Brasília, DF: Casa Civil, 2023. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2023/decreto/d11646.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/d11646.htm). Acesso em: 22 nov. 2024.

BRASIL. **Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006**. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o Direito Humano à Alimentação Adequada e dá outras providências. [Brasília, DF]: Casa Civil, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. [Brasília, DF]: BINAGRI/SISLEGIS, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Hortaliças Não Convencionais**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2013. 99p.(p.62)

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Interministerial MAPA/MMA Nº 10, de 21 de julho de 2021**. Institui lista de espécies nativas da sociobiodiversidade de valor alimentício, para fins de comercialização in natura ou de seus produtos derivados. [Brasília, DF]: Imprensa Nacional, 2021. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-interministerial-mapa/mma-n-10-de-21-de-julho-de-2021-333502918>. Acesso em: 23 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2015. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos\\_regionais\\_brasileiros\\_2ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2ed.pdf). Acesso em: 23 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº 12, de 30 de março de 1978**. [S. l.]: Ministério da Saúde, 1978. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012\\_30\\_03\\_1978.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html). Acesso em: 20 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Glossário temático: práticas integrativas e complementares em saúde**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2018a.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf). Acesso em: 23 set. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998**. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. [Brasília, DF: Saúde Legis], 1998. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0027\\_13\\_01\\_1998.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0027_13_01_1998.html). Acesso em: 5 abr. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira: resultado da consulta nacional**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Catálogo de Produtos da Sociobiodiversidade do Brasil: ofertados pelos povos e comunidades tradicionais em Unidades de Conservação Federais**. 2. ed. Brasília, DF: ICMBio, 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Centro-Oeste. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Nordeste. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2018b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Norte. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: plantas para o futuro: região Sul. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria Interministerial n. 163, de 11 de maio de 2016. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, n. 94, p. 58, 18 maio 2016b. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/PT0163-110516.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 839, de 14 de dezembro de 2023**. Dispõe sobre a comprovação de segurança e a autorização de uso de novos alimentos e novos ingredientes. Publicada no DOU, Seção 1, em 18 dez. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 778, de 1º de março de 2023a**. Dispõe sobre os princípios gerais, as funções tecnológicas e as condições de uso de aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia em alimentos. Publicada no DOU, Seção 1, em 8 mar. 2023.

BRITO, B. F. *et al.* Sustainable transformation at family farming fairs in Gurupi: Using PANC as a source of food and income. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 12, n. 14, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/44458/35605>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BROWN, T. **Design Thinking**: Edição Comemorativa 10 anos. Rio de Janeiro: Editora Alta Books, 2020. E-book.

BRUNATTI, Anna Cláudia Sahade *et al.* Desenvolvimento Artesanal de Cookie com Farinha de Beterraba: Análise Sobre a Influência da Temperatura na sua Composição Físico-Química. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. 1726–1741, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i5.9909. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/9909>. Acesso em: 15 ago. 2025.

BRYANT, C.; BARNETT, J. Consumer acceptance of cultured meat: A systematic review. **Meat Science**, Amsterdam, v. 143, p. 8-17, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017314602>. Acesso em: 20 abr. 2025.

BUILDERS, P. F. *et al.* New Direct Compression Excipient from Tigernut Starch: Physicochemical and Functional Properties. **AAPS PharmSciTech**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 818-827, 2013. Disponível em: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3666000/pdf/12249\\_2013\\_Article\\_9968.pdf](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3666000/pdf/12249_2013_Article_9968.pdf). Acesso em: 20 abr. 2025.

CAMPOS, F. S.; BASTOS, S. R. Representação da cultura alimentar nordestina nos livros de gastronomia. **Revista Rosa dos Ventos - Turismo e Hospitalidade**, [s. l.], v. 16, n. 3, p. 553-568, 2024. Disponível em: <https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/rosadosventos/article/view/13055>. Acesso em: 19 mar. 2025.

CAMPOS, M. G. *et al.* Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee pollens and the contribution of constituent flavonoids. **Journal of agricultural and food chemistry**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 742-745, 2003.

CAOBISCO. **Short history of biscuits**: a paractical and nutritious food that is easy to preserve and carry! Belgium, Caobisco, [20–?]. Disponível em: <https://caobisco.eu/biscuits/>. Acesso em: 19 mar. 2022.

CAPONIO, G. *et al.* Nutraceuticals: Focus on anti-inflammatory, anti-cancer, antioxidant properties in gastrointestinal tract. **Antioxidants**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. 1-15, 2022.

CAPRA, Maria Elena *et al.* Diet and Lipid-Lowering Nutraceuticals in Pediatric Patients with Familial Hypercholesterolemia. **Children**, [s. l.], v. 11, n. 2, p. 1-14, 2024. Disponível em: Microsoft Word <https://doi.org/10.3390/children11020250>. Acesso em: 16 ago. 2024.

CARDOSO, A. S. R.; SOUSA, R. A. D.; REIS, L. C. O agro é tech, é pop, é tudo: o (des) velar dessa realidade. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 71, p. 836-857, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2019v34n71p836>. Acesso em: 3 out. 2024.

CARVALHO, E. G. *et al.* Wound healing properties and mucilage content of *Pereskia aculeata* from different substrates. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 24, n. 6, p. 677-682, 2014.

CARVALHO, H. M. O oligopólio na produção de sementes e a tendência à padronização da dieta alimentar mundial. In: CARVALHO, H. M de (org.). **Sementes**: patrimônio do povo a serviço da humanidade. São Paulo: Expressão Popular, 2003. p. 95-112.

CARVALHO, L. G.; LEITE, S. C.; COSTA, D. A. F. Principais fitoterápicos e demais medicamentos utilizados no tratamento de ansiedade e depressão. **Revista de Casos e Consultoria**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/casoseconsultoria/article/view/25178>. Acesso em: 20 abr. 2025.

CASTRO-CUESTA, J. Y. *et al.* Adherence to the Mediterranean diet in first-year university students and its association with lifestyle-related factors: a cross-sectional study. **Hipertensión y Riesgo Vascular**, [s. l.], v. 40, n. 2, p. 65-74, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2022.09.001>. Acesso em: 23 set. 2024.

CASTRO, M. A. **Avaliação do potencial fitoquímico das folhas de *Eucalyptus tereticornis smith* (myrtaceae) do semiárido nordestino ocorrente no Ceará.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/883845/1/doc276.pdf>. Acesso em: 17 out. 2021.

CHANDRA, S. *et al.* Nutraceuticals: pharmacologically active potent dietary supplements. **BioMed research international**, [s. l.], v. 2022, n. 1, 2022.

CHEN, W. Será que a chufa pode solucionar a crise de soja na China? *In*: DIALOGUE Earth. [S. l.], 21 maio 2019. Disponível em: <https://dialogochino.net/pt-br/agricultura-pt-br/27010-sera-que-a-chufa-pode-solucionar-a-crise-de-soja-na-china/>. Acesso em: 04 mar. 2022.

CHEN, C.; CHAUDHARY, A.; MATHYS, A. Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 1-21, 2019.

CHEN, C.; SONG, M. Visualizing a field of research: a methodology of systematic scientometric reviews. **PLoS One**, San Francisco, v. 14, n. 10, p. 1-25, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223994>. Acesso em: 20 abr. 2025.

CHUN, O. K.; CHUNG, S. J.; SONG, W. O. Estimated dietary flavonoid intake and major food sources of US adults. **The Journal of nutrition**, [s. l.], v. 137, n. 5, p. 1244-1252, 2007.

CLARK, M. A. *et al.* Global food system emissions could preclude achieving the 1.5° and 2°C climate change targets. *Climate Change*. **Science**, [s. l.], v. 370, n. 6517, p. 705–708, 2020. Disponível em: <https://science-sciencemag-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/content/370/6517/705>. Acesso em: 11 nov. 2020.

CLSI. **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria That Grow Aerobically; Approved Standard.** 8th ed. Wayne, PA: CLSI, 2009.

CODINA-TORRELLA, I. *et al.* Potencial application of ultra-high pressure homogenization in the physico-chemical stabilization of tiger nuts' milk beverage. **Innovative Food Science & Emerging**, [s. l.], v. 40, p. 42-51, 2017.

COLACITE, J. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana de diferentes extratos das folhas de Ora-Pro-Nóbis Evaluation of the antimicrobial activity of different extracts of Ora-Pro-Nobis Leaves. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 33207-33216, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/47417>. Acesso em: 26 fev. 2024.

COLETRO, H. N. *et al.* The combined consumption of fresh/minimally processed food and ultra-processed food on food insecurity: COVID Inconfidentes, a population-based survey. **Public Health Nutrition**, [s. l.], v. 26, n. 7, p. 1414-1423, 2023. Disponível em: 10.1017/S136898002300054X. Acesso em: 7 out. 2024.



COLETTI, T. Ninguém diga “desta água não beberei”: produção agropecuária e contaminação hídrica no Oeste Catarinense, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 1-12, 2022.

CONSEA. **A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil**: indicadores e monitoramento da Constituição de 1988 aos dias atuais. 2010. Disponível: [http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/documentos/2010/resumo-executivo\\_final\\_19\\_11-1.pdf](http://www4.planalto.gov.br/consea/eventos/plenarias/documentos/2010/resumo-executivo_final_19_11-1.pdf). Acesso em: 20 mar. 2022.

CORADIN, L.; CAMILO, J.; VIEIRA, R. F. Perspectivas e Recomendações. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial**: Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste. Brasília, DF: MMA, 2016. p. 1109-1119.

CORDAIN, L. *et al.* Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 81, n. 2, p. 341-354, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/AJCN.81.2.341>. Acesso em: 29 set. 2024.

CORREIA, R. *et al.* Prospecção Tecnológica da Espécie *Cyperus esculentus* L.: um panorama sobre a produção científica e tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 721, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/30769>. Acesso em: 21 fev. 2022.

COSTA, E. A. Agroecologia como instrumento da emancipação camponesa. **Revista de Geografia**, [s. l.], v. 40, n. 4 (Especial), p. 146–163, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/revistageografia/article/view/260676>. Acesso em: 15 set. 2024.

COSTA, M. G. *et al.* Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 220–225, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/dbD7WPS7XKxCf5r8XjdhY5B/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

COSTA, L. C. R. C. *et al.* Alimentos plant-based: inovação na indústria de alimentos. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1-13, 2024. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/5019/3487>. Acesso em: 7 jan. 2025

COSTA, L. R. Avaliação ecotoxicológica dos efluentes gerados pela indústria de tintas e de abates de bovinos combinados visando reuso agrícola. **Revista Desafios**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1-11, 2024. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/18159/22302>. Acesso em: 15 set. 2024.

COSTA NETO, J. J. G. *et al.* Junça (*Cyperus esculentus*): Composição química, co-produtos e aplicações alimentícias. **Acta Tecnológica**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 45–63, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.35818/acta.v13i2.564>. Acesso em: 20 abr. 2025.

COSTA NETO, J. C. *et al.* Optimization of the extraction and nutritional value of tiger nut milk by sequential design strategy. **Journal of Food Studies**, [s. l.], v. 6, n. 10, p. 14-30, 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Jonas-Neto-4/publication/316871161\\_Optimization\\_of\\_the\\_Extraction\\_and\\_Nutritional\\_Value\\_of\\_Tiger\\_Nut\\_Milk\\_by\\_Sequential\\_Design\\_Strategy/links/5aaf9e720f7e9b4897c08641/Optimization-of-the-Extraction-and-Nutritional-Value-of-Tiger-Nut-Milk-by-Sequential-Design-Strategy.pdf?\\_sg%5B0%5D=started\\_experiment\\_milestone&origin=journalDetail](https://www.researchgate.net/profile/Jonas-Neto-4/publication/316871161_Optimization_of_the_Extraction_and_Nutritional_Value_of_Tiger_Nut_Milk_by_Sequential_Design_Strategy/links/5aaf9e720f7e9b4897c08641/Optimization-of-the-Extraction-and-Nutritional-Value-of-Tiger-Nut-Milk-by-Sequential-Design-Strategy.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail). Acesso em: 20 abr. 2025.

CRUZ, A. F. P. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais: utilização das folhas de "Ora-Pro-Nobis" (*Pereskia aculeata* Mill, Cactaceae) no consumo humano. **Visão acadêmica**, Curitiba, v. 21, n. 3, p. 19-33, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/76001/42282>. Acesso em: 23 mar. 2022.

CRUZ, T. M. *et al.* Extraction optimization of bioactive compounds from ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) leaves and their in vitro antioxidant and antihemolytic activities. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 361, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130078>. Acesso em: 14 dez. 2024.

CRUZ, T. M. *et al.* Bioaccessibility of bioactive compounds from *Pereskia aculeata* and their cellular antioxidant effect. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 460, p. 140484, 2024.

CUNHA, M. A. Métodos de detecção de microrganismos indicadores. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v. 1, n. 1, p. 09-13, 2006.

DADA, A. P. *et al.* Biscoitos funcionais elaborados com diferentes farinhas proteicas. **Caderno Pedagógico**, Curitiba, v. 21, n. 6, p. 1-16, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/5253>. Acesso em: 24 mar. 2025.

DAIKELER, J.; SILBER, H.; BOŠNJAK, M. A Meta-Analysis of How Country-Level Factors Affect Web Survey Response Rates. **International Journal of Market Research**, [s. l.], v. 64, n. 3, p. 306-333, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/14707853211050916>. Acesso em: 20 abr. 2025.

DAMA, A. *et al.* Targeting metabolic diseases: the role of nutraceuticals in modulating oxidative stress and inflammation. **Nutrients**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 1-18, 2024.

DAMASCENO, S. C. S. *et al.* Diet Based on *Pereskia aculeata* Miller Flour Increases Muscle Volume and Modulates the Expression of Myokines in Mice Subjected to Resistance Training. **Journal of Medicinal Food**, [s. l.], v. 27, p. 749–757, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/jmf.2023.0134>. Acesso em: dez 2024.

DAMBROS, C.; MIORIN, V. M. F. Contribuições à reflexão do rural no urbano: agricultura urbana. **Geonordeste**, [s. l.], v. 2, p. 65-78, 2011. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste/article/view/2415>. Acesso em: 20 mar 2022.

DAMO, A. *et al.* O levantamento florístico de plantas alimentícias não convencionais (PANC) em uma agrofloresta no sul do Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, [s. l.], v. 15, n. 2,

2020. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe.

DAVID, R.; CARDE, J. P. Coloration différentielle des inclusions lipidiques et terpéniques des pseudophylles du Pin maritime au moyen du réactif nadi. **Comptes Rendus l'Académie des Sciences Paris**, [s. l.], v. 258, p. 1338–1340, 1964.

DAYRELL, M. D. S.; VIEIRA, E. C. Leaf protein concentrate of the cactacea *Pereskia aculeata* mill. 2. Nutritive value. **Nutrition Reports International**, [s. l.], v. 15, n. 5, p. 539–545, 1977.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores**. Porto Alegre: EdIPUCRS, 2007.

DEFELICE, M. Yellow nutsedge *Cyperus esculentus* L.—Snack food of the gods. **Weed Technology**, [s. l.], v. 16, n. 4, p. 901–907, 2002.

DEGANI, Ana Luiza G.; CASS, Quezia B.; VIEIRA, Paulo C. Cromatografia um breve ensaio. **Química nova na escola**, [s. l.], v. 7, n. 1, 1998.

DELGADO, I. A. F. **A influência dos atributos das embalagens no comportamento do consumidor**. 2016. Dissertação (Mestrado em Marketing) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.5/13159>. Acesso em: 20 abr. 2025.

DEMAMBRO, E.; PIETRAFESA, P. A.; GÓMEZ ROJAS, G. V. A expansão do cultivo de soja e os impactos ambientais no Vale do Araguaia, entre 2000 e 2019. **South American Development Society Journal**, [s. l.], v. 7, n. 20, p. 83, 2021. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/397>. Acesso em: 4 out. 2024.

DIEGUES, A. C. S. Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis: da crítica dos modelos aos novos paradigmas. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 22–29, 1992. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000833030>. Acesso em: 23 fev. 2025.

DJIKENG, F. T. *et al.* Effect of Different Processing Methods on the Chemical Composition, Antioxidant Activity and Lipid Quality of Tiger Nuts (*Cyperus esculentus*). **Applied Food Research**, Amsterdam, v. 2, n. 2, p. 100124, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100124>. Acesso em: 20 abr. 2025.

DOMINGUES, R. C. *et al.* Determinação socioambiental da saúde em territórios produtores de cana-de-açúcar em Pernambuco. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 30, n. 1, p. 1–11, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/GZsxL5KjnLmBjxcfJQ9fFMt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 fev. 2025.

DONG, T. *et al.* Food insecurity and atherosclerotic cardiovascular disease risk in adults with diabetes. **Nutrition**, Amsterdam, v. 106, p. 111865, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2022.111865>. Acesso em: 20 abr. 2025.

DRIJFHOUT, F. P.; MORGAN, E. D. Terrestrial natural products as antifeedants. *In*: LIU, H.-W.; MANDER, L. **Comprehensive Natural Products II**. [S. l.]: Elsevier, 2010. p. 457–501.

DRUZHILOVSKIY, D. S. *et al.* Online resources for the prediction of biological activity of organic compounds. **Russian Chemical Bulletin**, [s. l.], v. 65, p. 384-393, 2016.

DRUZHILOVSKIY, D. S. *et al.* Computational platform Way2Drug: from the prediction of biological activity to drug repurposing. **Russian Chemical Bulletin**, [s. l.], v. 66, p. 1832-1841, 2017.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Anatomical study of the leaf and stem of *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 103–109, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbfar/a/nCr3BQVCrqqqW6TxKP7t3Q/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: ago 2024.

DUARTE, M. C. T. *et al.* Anti-candida activity of Brazilian medicinal plants. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 97, p. 305–311, 2005.

DUARTE, S. G. *et al.* Uso e conservação de subprodutos da indústria de processamento de uvas para fins alimentícios. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, [s. l.], v. 20, n. 3, p. 31-45, 2024. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/5027](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/5027). Acesso em: 23 fev. 2025.

DUARTE, E. Apresentação. *In*: SANTIAGO, R. A. C.; CORADIN, L. (ed.). **Biodiversidade brasileira: sabores e aromas**. Brasília, DF: MMA, 2018. [p. 6]. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2\\_of\\_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2_of_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf). Acesso em: 12 jan. 2022.

DUBOIS, V. *et al.* Fatty acid profiles of 80 vegetable oils with regard to their nutritional potential. **European Journal Of Lipid Science And Technology**, [s. l.], v. 109, n. 7, p. 710-732, 2007.

DUAS RODAS FLAVORS & BOTANICALS. **Guia Prático para a Análise Sensorial de Alimentos**. [S. l.]: Duas Rodas Flavor & Botanicals, [2019?]. Disponível em: [https://conteudo.duasrodas.com/guia-analise-sensorial-para-alimentos?gclid=EAIaIQobChMIg9-Fjanm9gIViAeRCh21tQ41EAAYASAAEgKU-fD\\_BwE](https://conteudo.duasrodas.com/guia-analise-sensorial-para-alimentos?gclid=EAIaIQobChMIg9-Fjanm9gIViAeRCh21tQ41EAAYASAAEgKU-fD_BwE). Acesso em: 26 fev. 2022.

DURIGON, J.; MADEIRA, N. R.; KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): da construção de um conceito à promoção de sistemas de produção mais diversificados e resilientes. **Revista Brasileira de Agroecologia**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 268-291, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.33240/rba.v18i1.23722>. Acesso em: 23 set. 2024.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 3. ed. Curitiba: Champagnat, 2011.

EATON, S. B. The ancestral human diet: what was it and should it be a paradigm for contemporary nutrition?. **Proceedings of the Nutrition Society**, [s. l.], v. 65, n. 1, p. 1-6, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/PNS2005471>. Acesso em: 29 set. 2024.

ESTRADA-CASTILLO, S. *et al.* Las especies de Pereskia (Pereskioideae, Cactaceae) en Colombia. **Caldasia**, [s. l.], v. 41, n. 2, p. 289–300, 2019. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/67382/71289>. Acesso em: 18 fev. 2022.

EXIME, E. *et al.* Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável: uma caracterização da feira do produtor rural do município de Marechal Cândido Rondon – Paraná, Brasil. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11462>. Acesso em: 20 abr. 2025.

FAGHIH, A.; ANOOSHE, M. A survey on some nutritional behavior of obese people in Jenah, Hormozgan. **Hormozgan Medical Journal**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 52-59, 2008.

FALKENBERG, M. B.; SANTOS, R. I.; SIMÕES, C. M. O. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2000. p. 163-179.

FAO. **The state of food and agriculture 2024**: value-driven transformation of agrifood systems. Rome: FAO, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cd2616en>. Acesso em: 20 abr. 2025.

FAO *et al.* **The state of food security and nutrition in the world 2017**: Building resilience for peace and food security. Rome: FAO, 2017. Disponível em: <https://venezuelanalysis.com/wp-content/uploads/2018/11/a-I7695e.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2025.

FAO *et al.* **The state of food security and nutrition in the world 2021**: transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4474en>. Acesso em: 22 jul. 2021.

FAO *et al.* **The state of food security and nutrition in the world 2023**: urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum. Rome: FAO, 2023.

FAO. What is agrobiodiversity? In: FAO. **Building on gender, agrobiodiversity and local knowledge**: a training manual. [S. l.]: FAO, 2005. Sheet 1.1.

FARHA, AK *et al.* The anticancer potential of the dietary polyphenol rutin: Current status, challenges, and perspectives. **Crit Rev Food Sci Nutr.**, v. 62, n. 3, p. 832-859, 2022. DOI: 10.1080/10408398.2020.1829541. Epub 2020 Oct 15. PMID: 33054344. Acesso em 1 jun 2025.

FARHOOSH, R. Relative contribution of initial quality indicators and chemical composition data to the initiation and propagation oxidizabilities of vegetable oils. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 477, p. 143545, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0308814625007964>. Acesso em: mar. 2025.

FATHONI, A. *et al.* Characterization of cassava starch and its potential for fermentable sugar production. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s. l.], v. 439, n. 1, p. 1-10, 2020.

FECHINE, B. R. A.; FECHINE, T. B. S.; SOUSA JÚNIOR, A. U. Equipamentos esportivos e a cidade de Fortaleza/CE: estratificação funcional das instalações de esporte e lazer, práticas existentes e projetos sociais vinculados as coordenadorias específicas. **Revista Intercontinental de Gestão Desportiva**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. e110037, 2022. Disponível em: <https://app.periodikos.com.br/article/10.51995/2237-3373.v12i2e110037/pdf/rigd-12-2-e110037.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2025.

FEDDERN, V. *et al.* Avaliação física e sensorial de biscoitos tipo cookie adicionados de farelo de trigo e arroz. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 4, p. 267-274, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232011000400003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232011000400003&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 16 nov. 2020.

FEITOSA, B. F.; BARROS, J. H. T.; FEITOZA, J. V. F. Pseudocereals – A bibliometric analysis and literature review on the potential for manufacturing flours, bakery products and milk analogues. **NFS Journal**, [s.l.], v. 34, p. 100163, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2024.100163>. Acesso em: dez. 2024.

FELDMAN, M. D. Estrogens from plastic: are we being exposed? **Endocrinology**, [s. l.], v. 138, n. 5, p. 1777-1779, 1997. Disponível em: <https://academic.oup.com/endo/article/138/5/1777/2987307?login=true>. Acesso em: 7 fev. 2022.

FERREIRA, Felipe Joseph Nascimento *et al.* Physico-chemical and sensory characteristics of gluten free cookies containing flaxseed flour and enriched with fiber. **Research, Society and Development**, São Paulo, v. 9, n. 7, e565974474, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4474>. Acesso em: 15 ago. 2025.

FILIPPIS, F. *et al.* High-level adherence to a mediterranean diet beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome. **Gut**, [s. l.], v. 65, n. 11, p. 1812–1821, 2016. Disponível em: 10.1136/gutjnl-2015-309957. Acesso em: 7 out. 2024.

FILIMONOV, D. A. *et al.* Prediction of the biological activity spectra of organic compounds using the PASS online web resource. **Chemistry of Heterocyclic Compounds**, [s. l.], v. 50, p. 444-457, 2014.

FISHER, D. B. Protein staining of ribboneed epon section for light microscopy. **Histochemie**, [s. l.], v. 16, p. 92–96, 1968.

FLAYELLE, M.; BREVERS, D.; BILLIEUX, J. The advantages and downsides of online focus groups for conducting research on addictive online behaviours. **Addiction**, Abingdon, England, v. 117, n. 8, p. 2142-2144, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary-wiley-com.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/add.15944>. Acesso em: 9 mar. 2025.

FOLLAK, S. *et al.* Biological flora of Central Europe: *Cyperus esculentus* L. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, [s. l.], v. 23, p. 33-51, 2016. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1433831916300932?via%3Dihub>. Acesso em: 1 mar. 2025.

FONSECA, M. C. M. *et al.* Biomass production, essential oil's yield and composition of three genotypes of *Mikania laevigata* Sch. Bip. ex Baker. **Acta Physiologiae Plantarum**, [s. l.], v. 71, n. 43, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-021-03241-1>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FOOD SAFETY BRAZIL. **Plantas alimentícias não convencionais (PANCS): cuidados e segurança**. [S. l.], Food Safety Brazil, 2018. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/plantas-alimenticias-nao-convencionais-pancs-cuidados-e-seguranca/>. Acesso em: 19 mar. 2022.

FRANCAVILLA, A.; JOYE, I. J. Anthocyanins in Whole Grain Cereals and Their Potential Effect on Health. **Nutrients**, v. 12, n. 10, p. 2922, 24 set. 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7598678>. Acesso em: 16 ago. 2025.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. [S. l.]: Elsevier, 1982. p. 181-207.

FRANCISQUINI, J. A. *et al.* Reação de Maillard: uma revisão. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 1, p. 48-57, jan./mar. 2017. Disponível em: <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/541/430>. Acesso em: 13 mar. 2025.

FRANCO, H. F.; CAIADO, J. R. Os Impactos do Tratado Internacional Sobre Recursos Fitogenéticos para Alimentação Sobre a Proteção Jurídica Pátria da Agrobiodiversidade. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s. l.], v. 9, n. 11, p. 554-571, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v9i11.12567>. Acesso em: 15 set. 2024.

FREITAS, C. M.; PORTO, M. F. **Saúde, Ambiente e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 2006.

FREITAS, E. V. *et al.* Importância da HDL-c para a ocorrência de doença cardiovascular no idoso. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [s. l.], v. 93, n. 3, p. 231-238, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2009000900006>. Acesso em: 7 fev. 2022.

FRENT, O. D. *et al.* A Systematic Review: Quercetin—Secondary Metabolite of the Flavonol Class, with Multiple Health Benefits and Low Bioavailability. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 22, p. 12091, 2024. DOI: 10.3390/ijms252212091. Acesso em: 1 de jun 2025.

FRIEDE, G.; BUSCH, T.; BASSEN, A. ESG and financial performance: aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, Abingdon, v. 5, n. 4, p. 210-233, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>. Acesso em: 20 abr. 2025.

FURLAN, F. L. *et al.* Assessment of Ora-Pro-Nobis (*Pereskia aculeata* Miller) Leaves Shelf-Life in Different Conditions by Using NIR Spectroscopy and Augmented Matrices with Chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 34, p. 1215–1223,

2023. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0103-5053.20230022>. Acesso em: 12 dez. 2024.

FUSCO, S. F. B. *et al.* Ansiedade, qualidade do sono e compulsão alimentar em adultos com sobrepeso ou obesidade. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 54, p. 1-8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1980-220X2019013903656>. Acesso em: 20 abr. 2025.

GAGO, T.; SARGISSON, R. J.; MILFONT, T. L. A meta-analysis on the relationship between climate anxiety and wellbeing. **Journal of Environmental Psychology**, [s. l.], v. 94, p. 1-14, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2024.102230>. Acesso em: 15 set. 2024.

GALDINO, S. *et al.* Large-scale Modeling of Soil Erosion with RUSLE for Conservationist Planning of Degraded Cultivated Brazilian Pastures. **Land Degradation & Development**, [s. l.], v. 27, p. 773-784, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ldr.2414>. Acesso em: 29 out. 2020.

GALLAGHER, E. *et al.* Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. **Journal of Food Engineering**, [s. l.], v. 56, n. 2-3, p. 261-263, 2003. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877402002674>. Acesso em: 15 ago. 2025.

GARCÍA-CHACÓN, J. M.; MARÍN-LOAIZA, J. C.; OSORIO, C. Camu Camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh): an amazonian fruit with biofunctional properties-A Review. **ACS Omega**, Washington, DC, v. 8, n. 6, p. 5169–5183, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c07245>. Acesso em: 20 abr. 2025.

GARCIA, J. A. A. *et al.* Phytochemical profile and biological activities of 'Ora-pro-nobis' leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. **Food chemistry**, [s. l.], v. 294, p. 302-308, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619308696>. Acesso em: 26 fev. 2024.

GÄRTNER, H.; LUCCHINETTI, S.; SCHWEINGRUBER, F. H. New perspectives for wood anatomical analysis in dendrosciences: The GSL1-microtome. **Dendrochronologia**, [s. l.], v. 32, n. 1, p. 47–51, 2014.

GEISSMAN, T. A.; GRIFFIN, T. S. Sesquiterpene lactones: acid-catalysed color reactions as an aid in structure determination. **Phytochemistry**, [s. l.], v. 10, p. 2475–2485, 1971.

GIFFORD, E. M.; BAYER, D. E. Developmental anatomy of *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge). **International Journal of Plant Sciences**, [s. l.], v. 156, n. 5, p. 622–629, 1995.

GIL, Carlos Antonio. **Pesquisa social: métodos e técnicas de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2012.

GILBERT-LÓPEZ, B.; GARCÍA-REYES, J. F.; MOLINA-DÍAZ, A. Determination of fungicide residues in baby food by liquid chromatography–ion trap tandem mass spectrometry. **Food chemistry**, [s. l.], v. 135, n. 2, p. 780-786, 2012.



GIRÃO, L. V. C. *et al.* Avaliação da composição bromatológica de ora-pro-nóbis. **Horticultura Brasileira**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 403-411, 2003. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/pmf5000c.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

GISSLEN, W. **Panificação e confeitaria profissionais**. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2011.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2022.

GOLGHER, A. B. Food insecurity in Brazil by household arrangements and characteristics between 2004 and 2022. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 1-16, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/Crs558V578ssz5YZTFsXkgf/>. Acesso em: 15 set. 2024.

GOLOUBKOVA, T.; SPRITZER, P. M. Xenoestrogênicos: o exemplo do bisfenol-A. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 323-330, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abem/a/TShzzzZN5zKq6FjGmvtJgVp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 07 fev. 2022.

GOMES, F. D.; SILVA, G. A.; CASTRO, I. R. Aquisição domiciliar de refrigerantes e de biscoitos reduz o efeito de uma intervenção de promoção de frutas e hortaliças. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, p. 1-11, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/KtqqHRHvx4z9HBrCdnVHWqK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2025.

GONZÁLEZ, A. *et al.* Evaluation of functional and nutritional potential of a protein concentrate from *Pleurotus ostreatus* mushroom. **Food Chemistry**, [s. l.], <sup>1</sup> v. 346, art. 128884, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881462032759X>. Acesso em: 23 set. 2024.

GOOGLE EARTH. [Vista aérea da área de estudo]. 2021. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>. Acesso em: 10 out. 2021.

GOZZI, M. *et al.* Anthocyanin Content and Fusarium Mycotoxins in Pigmented Wheat (*Triticum aestivum* L. spp. *aestivum*): An Open Field Evaluation. **Plants**, [S. l.], v. 12, n. 693, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants12040693>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GRISA, C.; PORTO, S. I. Food policies and sectorial referentials in the Brazilian trajectory. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 61, n. 3, p. 1-20, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2022.259390en>. Acesso em: 20 abr. 2025.

GUO, J. *et al.* The Cooked Meat Carcinogen 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5-b]pyridine Hair Dosimeter, DNA Adductomics Discovery, and Associations with Prostate

Cancer Pathology Biomarkers. **Chemical Research in Toxicology**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 703-730, 2022. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.chemrestox.2c00012>. Acesso em: 7 out. 2024.

GUTKOSKI, L. C. *et al.* Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, p. 355-363, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/YZwCCbV5BZnkddcvDXt5znR/?format=html>. Acesso em: 2 mar. 2025.

GUTKOSKI, L. C.; NODARI, M. L.; JACOBSEN NETO, R. Avaliação de farinhas de trigos cultivados no Rio Grande do Sul na produção de biscoitos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, supl., p. 91-97, 2003.

HAN, X. *et al.* Exposure to organochlorine pesticides and the risk of type 2 diabetes in the population of East China. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s. l.], v. 190, p. 1-7, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651319314563>. Acesso em: 7 out. 2024.

HARIADI, H. *et al.* The chemical and organoleptic characteristics of beef meatballs added with butterfly pea flower powder (*Clitoria ternatea* L.). **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 44, p. 1-6, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/fst.00120>. Acesso em: 20 abr. 2025.

HARTMANN, C.; SIEGRIST, M. Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: a systematic review. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 61, p. 11-25, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>. Acesso em: 20 abr. 2025.

HAZIMAN, M. L. *et al.* Sorghum starch review: Structural properties, interactions with proteins and polyphenols, and modification of physicochemical properties. **Food Chemistry**, v. 463, p. 139810, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139810>. Acesso em: 06 jun 2025.

HEINRICH, M. *et al.* **Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy**. 3. ed. [S. l.]: Elsevier, 2018.

HESS, S. C. **Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187660>. Acesso em: 07 fev. 2022. p. 85-95.

HISANO, M. *et al.* Functional diversity enhances dryland forest productivity under long-term climate change. **Science Advances**, Washington, DC, v. 10, n. 17, p. eadn4152, 2024. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adn4152>. Acesso em: 20 abr. 2025.

HOLBROOK, M. B.; HIRSCHMAN, E. C. The experiential aspects of consumption: consumer fantasies, feelings, and fun. **Journal of Consumer Research**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 132-140, 1982. Disponível em: <https://academic.oup.com/jcr/article-abstract/9/2/132/1813212>. Acesso: 12 fev. 2022.

HOLM, L. G. *et al.* **The World's worst weeds. Distribution and biology.** Malabar: Krieger Publishing Company, 1991.

HU, B. *et al.* Optimization of microwave-assisted extraction of oil from tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) and its quality evaluation. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 115, p. 290-297, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.034>. Acesso em: 20 abr. 2025.

HUANG, G. *et al.* Effects of soy protein isolates and transglutaminase addition on the structure, physicochemical properties, and oil absorption of wheat flour. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 479, p. 1-10, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814625010751>. Acesso em: 13 mar. 2025.

HUNG, P. V. *et al.* Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p.185-190, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996908001981>. Acesso em: 16 ago. 2025.

HUSSAIN, S. *et al.* Dough Performance and Quality Evaluation of Cookies Prepared from Flour Blends Containing Cactus (*Opuntia ficus-indica*) and Acacia (*Acacia seyal*) Gums. **Molecules**, [s. l.], v. 27, n. 21, p. 7217, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/27/21/7217>. Acesso em: 19 ago. 2024.

IAL. (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IAL. (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

IBGE. **Censo demográfico 2022.** [Brasília, DF]: IBGE, 2022.

IBGE. **Indicadores IBGE:** estatística da produção pecuária: jul.-set. 2019. [S. l.]: IBGE, 2019.

IBGE. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009:** análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9050-pesquisa-de-orcamentos-familiares.html?edicao=9064>. Acesso em: 20 abr. 2025.

IBGE. Diretoria de Pesquisa, Coordenação de Trabalho e Rendimento. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018:** análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?edicao=28523>. Acesso em: 20 abr. 2025.

IBGE. **Produto Interno Bruto - PIB.** [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 4 ago. 2024.

IFT. Sensory evaluation guide. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 11, p. 50-64, nov. 1981.

IHEDIOHA, T. E. *et al.* Effects of methanolic tuber extract of *Cyperus esculentus* Linn (tiger nuts) on sub-acute liver damage in albino rats. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, Nairobi, v. 13, p. 236–243, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJPP2019.5049>. Acesso em: 20 abr. 2025.

INCA. **Evitar carnes processadas e limitar carnes vermelhas são formas de se proteger do câncer**. [Brasília, DF], 2022. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/infograficos/evitar-carne-processadas-e-limitar-carne-vermelhas-sao-formas-de-se>. Acesso em: 2 ago. 2024.

INDÚSTRIANEWS. **Mercado de biscoitos, pães e bolos inicia 2025 com crescimento sólido**. [S. l.]: Bebidas & Alimentos, 26 maio 2025. Disponível em: <https://www.industrianews.com.br/2025/05/mercado-de-biscoitos-paes-e-bolos-inicia-2025-com-crescimento-solido/>. Acesso em: jun. 2025.

INPI. **pePI - Pesquisa em Propriedade Industrial**. Rio de Janeiro: INPI, [202-?]. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 5 dez. 2023.

ITSIOPOULOS, C.; MAYR, H. L.; THOMAS, C. J. The anti-inflammatory effects of a Mediterranean diet: a review. **Current opinion in clinical nutrition and metabolic care**, [s. l.], v. 25, n. 6, p. 415–422, 2022. Disponível em: doi: 10.1097/MCO.0000000000000872. Acesso em: 7 out. 2024.

IWAYA, G. H.; STEIL, A. V. Intenção de compra de alimentos orgânicos: revisão sistemática dos preditores utilizados em extensões da teoria do comportamento planejado. **Revista Administração em Diálogo**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 23–48, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/2178-0080.2019v21i3.40454>. Acesso em: 20 abr. 2025.

JAKŠE, B. *et al.* Associations of Dietary Intake with Cardiovascular Risk in Long-Term "Plant-Based Eaters": a Secondary Analysis of a Cross-Sectional Study. **Nutrients**, [s. l.], v. 16, p. 1–18, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/6/796>. Acesso em: 7 out. 2024.

JAMES, C.; COURTNEY, D. L. D.; LORENZ, K. Rice bran-soy blends as protein supplements in cookies. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 495–502, 1989. Disponível em: <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2621.1989.tb00672.x> Acesso em: 16 mar. 2022.

JENKINS, D. J. *et al.* Low-carbohydrate vegan diets in diabetes for weight loss and sustainability: a randomized controlled trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 166, n. 5, p. 1240–1250, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002916523036511>. Acesso em: 7 out. 2024.

JIANG, J. *et al.* Trimethylamine N-oxide agrava a permeabilidade vascular e a disfunção das células endoteliais em condições diabéticas: estudo in vitro e in vivo. **International Journal of Ophthalmology**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 25–33, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.18240/ijo.2024.01.04>. Acesso em: 3 out. 2024.

JIN, J. H. *et al.* Anti-allergic activity of sesquiterpenes from the rhizomes of *Cyperus rotundus*. **Archives of Pharmacal Research**, [s. l.], v. 34, p. 223–228, 2011.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book, 1940.

JOLAYEMI, O. S.; ALABI, T. O. Nutritional, physicochemical and quality profiles of organically sweetened gluten-free breakfast meal from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and tigernuts (*Cyperus esculentus* L.). **Food Production, Processing and Nutrition**, [s. l.], v. 5, p. 1–14, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s43014-023-00160-1>. Acesso em: 9 dez. 2024.

JOLY, C. A. *et al.* (ed.). **1º Diagnóstico brasileiro de biodiversidade & serviços ecossistêmicos**. São Carlos, SP: Editora Cubo, 2019. Disponível em: [https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/09/BPBES\\_Completo\\_VF-1.pdf](https://www.bpb.es.net.br/wp-content/uploads/2019/09/BPBES_Completo_VF-1.pdf). Acesso em: 23 set. 2024.

JOLY, C. A. *et al.* (ed.). **Sumário para tomadores de decisão: 1º Diagnóstico Brasileiro de Biodiversidade & Serviços Ecossistêmicos**. Campinas, SP: [s. n.], 2018.

JUN, S.; SHIN, S.; JOUNG, H. Estimation of dietary flavonoid intake and major food sources of Korean adults. **British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 3, p. 480–489, 2016.

JUNQUEIRA, A. H.; PERLINE, E. A. Gosto, ideologia e consumo alimentar: práticas e mudanças discursivas sobre plantas alimentícias não convencionais - PANC. **Cadernos de Linguagem e Sociedade**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 17–35, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/les.v20i2.21772>. Acesso em: 20 abr. 2025.

KALAHAL, S. P.; GAVAHIAN, M.; LIN, J. Development of novel lactose-free Tigernut milk pudding with no added sugar and determination of physicochemical and organoleptic attributes. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 59, p. 4593–4607, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.17183>. Acesso em: 4 dez. 2024.

KARNOVSKY, M. J. J. A formaldehyde-glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, [s. l.], v. 27, p. 137–138, 1965.

KELEN, M. E. B. *et al.* **Plantas alimentícias não convencionais (PANCs): hortaliças espontâneas e nativas**. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

KELLER, U. Dietary proteins in obesity and in diabetes. **International Journal for Vitamin and Nutrition Research**, Bern, v. 81, n. 2-3, p. 125–133, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000059>. Acesso em: 20 abr. 2025.

KENNEDY, J. *et al.* Estimated effects of reductions in processed meat consumption and unprocessed red meat consumption on occurrences of type 2 diabetes, cardiovascular disease, colorectal cancer, and mortality in the USA: a microsimulation study. **Lancet Planet Health**, [s. l.], v. 8, n. 7, p. e441–e451, 2024. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(24\)00118-9/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(24)00118-9/fulltext). Acesso em: 7 out. 2024.

KENNY, T. A. *et al.* Consumer attitudes and behaviors toward more sustainable diets: a scoping review. **Nutrition Reviews**, Oxford, v. 81, n. 12, p. 1665–1679, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad033>. Acesso em: 20 abr. 2025.

KHAVANDEGAR, A. *et al.* Adherence to the Mediterranean diet can beneficially affect the gut microbiota composition: a systematic review. **BMC Med Genomics**, [s. l.], v. 17, n. 91, p. 1-25, 2024. Disponível em: <https://bmcmmedgenomics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12920-024-01861-3>. Acesso em: 7 out. 2024.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. J. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil**: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

KINUPP, V. F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/12870/000635324.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 mar. 2022.

KINUPP, V. F. Plantas alimentícias não-convencionais (PANCs): uma riqueza negligenciada. REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 61., 2009, Manaus. **Anais [...]**. Manaus: SBPC, 2009. Disponível em: [http://www.sbpnet.org.br/livro/61ra/mesas\\_redondas/MR\\_ValdelyKinupp.pdf](http://www.sbpnet.org.br/livro/61ra/mesas_redondas/MR_ValdelyKinupp.pdf). Acesso em: 20 mar. 2022.

KO, G.-J.; KALANTAR-ZADEH, K. How important is dietary management in chronic kidney disease progression? A role for low protein diets. **The Korean Journal of Internal Medicine**, Seoul, v. 36, n. 4, p. 795, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3904/kjim.2021.197>. Acesso em: 20 abr. 2025.

KOETH, R. A. *et al.* Intestinal microbiota metabolism of l-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis. **Nature Medicine**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 576-585, 2013.

KRAJEWSKA, A.; DZIKI, D. Enrichment of cookies with fruits and their by-products: Chemical composition, antioxidant properties, and sensory changes. **Molecules**, [s. l.], v. 28, n. 10, p. 4005, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules28104005>. Acesso em: 17 ago. 2024.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

KUSUMAYANTI, H.; HANDAYANI, N. A.; HERRY, S. Swelling Power and Water Solubility of Cassava and Sweet Potatoes Flour. **Procedia Environmental Sciences**, [s. l.], v. 23, p. 164-167, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029615000262>. Acesso em: 3 dez. 2022.

KYRIAKOPOULOU, K.; KEPPLER, J. K.; VAN DER GOOT, A. J. Functionality of ingredients and additives in plant-based meat analogues. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 600,

2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7999387/>. Acesso em: 30 mar. 2025.

LAGUNIN, A. A. *et al.* CLC-Pred 2.0: A Freely Available Web Application for In Silico Prediction of Human Cell Line Cytotoxicity and Molecular Mechanisms of Action for Druglike Compounds. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 1689, 2023.

LAILOLO, F. M. (coord.). **Alimentos funcionais e compostos bioativos: avanços, perspectivas e desafios**. São Paulo: ILSI Brasil, 2018.

LANE, M. M. *et al.* Ultra-Processed Food Consumption and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. **Nutrients**, [s. l.], v. 14, n. 13, p. 1-22, 2022.

LANE, M. M. *et al.* Ultra-processed food exposure and adverse health outcomes: umbrella review of epidemiological meta-analyses. **BMJ**, [s. l.], v. 384, p. 1-16, 2024. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/384/bmj-2023-077310.abstract>. Acesso em: 18 mar. 2024.

LAPORTA, T. **Estudo mostra 10 tendências de consumo para 2020**. [S. l.]: Investnews, 2020.

LARA, J. E. *et al.* Análise sensorial: um estudo sobre a influência da convergência sensório-perceptual no processo de decisão de compra do consumidor de perfume. **Gestão e Sociedade**, [s. l.], v. 15, n. 43, p. 4644-4677, 2021. Disponível em: <https://ges.emnuvens.com.br/gestaoesociedade/article/view/3572>. Acesso em: 27 mar. 2022.

LASTA, E. L. *et al.* Encapsulation and dispersion of *Lactobacillus acidophilus* in a chocolate coating as a strategy for maintaining cell viability in cereal bars. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 1-12, 2021.

LATALOVA, K.; HAJDA, M.; PRASKO, J. Can gut microbes play a role in mental disorders and their treatment? **Psychiatry Danubina**, Zagreb, v. 29, n. 1, p. 28-30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.24869/psyd.2017.28>. Acesso em: 20 abr. 2025.

LEÃO, Marcos Venânces de Souza. **Um estudo abrangente dos frutos de *Moringa oleifera* (Lam) e sua relevância no enriquecimento de massas alimentícias para melhoramento nutricional**. 2022. 122 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/72440>. Acesso em: out. 2024.

LEE, C.-C.; ZENG, M.; LUO, K. How does climate change affect food security? Evidence from China. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 104, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107324>. Acesso em: 15 set. 2024.

LEE, J. H. Influence of Buckwheat Flour on Physicochemical Properties and Consumer Acceptance of Steamed Bread. **Preventive Nutrition and Food Science**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 329-334, 2010. Disponível em: [https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01569500&language=ko\\_KR&hasTopBanner=true](https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01569500&language=ko_KR&hasTopBanner=true). Acesso em: 17 mar. 2025.

LEUNG, C. W.; INSOLERA, N. E.; WOLFSON, J. A. Trends in Recurring and Chronic Food Insecurity Among US Families With Older Adults. **JAMA Health Forum**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1-6, 2024. Disponível em: doi:10.1001/jamahealthforum.2023.5463. Acesso em: 15 set. 2024.

LI, F. *et al.* The Cyperus esculentus starch-based bioactive films: characterisation, UV-shielding and antioxidant capacity. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 58, p. 4446–4454, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.16558>. Acesso em: 5 dez. 2024.

LI, X. *et al.* Preparation of low digestible and viscoelastic tigernut (*Cyperus esculentus*) starch by *Bacillus acidopullulyticus* pullulanase. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 102, p. 651–657, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.04.068>. Acesso em: 5 dez. 2024.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C. Chlorophylls and carotenoids: measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. (ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: [s. l.], 2001. p. F4.3.1-F4.3.8. Disponível em: <https://currentprotocols.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/0471142913.faf0403s01>. Acesso em: 11 dez. 2022.

LIMA, C. M. G. *et al.* Desenvolvimento e caracterização físico-química de farinha de batata-doce (*Ipomoea batatas* L) com adição de linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L). **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 5185-5193, 2019. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/1714>. Acesso em: 16 mar. 2022.

LIMA, D. P. **Estudo comparativo do efeito da adição de proteases fúngica e bacteriana nas características reológicas da massa e na qualidade do biscoito tipo cracker**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/135924>. Acesso em: 17 jul. 2021.

LIN, M. J.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. Functional Properties Sunflower Meal Products. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 39, p. 368-370, 1974. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1974.tb02896.x>. Acesso em: 4 dez. 2022.

LINSEN, J. P. H. *et al.* Comparison of chufa and olive oils. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 279-285, 1988. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0308814688901033>. Acesso em: 4 mar. 2022.

LISBINSKI, F. C. O impacto de práticas orgânicas no valor agregado da agricultura. **Estudios económicos**, [s. l.], v. 41, n. 82, p. 95–124, 2024. Disponível em: <https://revistas.uns.edu.ar/ee/article/view/2867>. Acesso em: 15 set. 2024.

LISBINSKI, F. C.; CORONEL, D. A.; FEISTEL, P. R. Determinantes das exportações de frutas da região Nordeste brasileira (2000–2018): uma análise sob a ótica do modelo



gravitacional. **Economia Aplicada**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 483–516, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ecoa/article/view/181211>. Acesso em: 4 out. 2024.

LIU, H.-M. *et al.* Improvement of functional and rheological features of tigernut tuber starch by using gum derived from Chinese quince seeds. **LWT**, [s. l.], v. 143, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111180>. Acesso em: 15 dez. 2024.

LIU, H.-M. *et al.* Effects of various oil extraction methods on the gelatinization and retrogradation properties of starches isolated from tigernut (*Cyperus esculentus*) tuber meals. **International Journal of Biological Macromolecules**, [s. l.], v. 156, p. 144–152, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813020328427>. Acesso em: 15 dez. 2024.

LIU, Z. *et al.* Preparation and Physicochemical Properties of *Cyperus esculentus* Starch from its Tubers Using Ultrasound-assisted Alkali Method. **BioResources**, [s. l.], v. 18, p. 60–72, 2023. Disponível em: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/preparation-and-physicochemical-properties-of-cyperus-esculentus-starch-from-its-tubers-using-ultrasound-assisted-alkali-method/>. Acesso em: 16 dez. 2024.

LOIOLA, M. I. B. *et al.* (org.). **Diversidade de angiospermas do Ceará**. Herbário Prisco Bezerra: 80 anos de história. Sobral: Edições UVA, 2020. E-book. Disponível em: <https://herbario.ufc.br/pt/e-book-diversidade-de-angiospermas-do-ceara-e-os-80-anos-do-herbario-eac/>. Acesso em: 14 fev. 2022.

LOMBARD, M. Sedge foodplants growing in the Cradle of Humankind, South Africa, and *Cyperus esculentus* tubers (Patrysuintjies) as a C4 superfood. **Open Quaternary**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 1-21, 2022. Disponível em: [https://openquaternary.com/articles/10.5334/oq.110?\\_rsc=1ohya](https://openquaternary.com/articles/10.5334/oq.110?_rsc=1ohya). Acesso em: mar. 2025.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil**: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum. 2008.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.

LÜ, C. *et al.* Optimization of ultrasound assisted extraction process of *Cyperus esculentus* L. starch and its physicochemical properties. **Science and Technology of Food Industry**, [s. l.], v. 43, n. 18, p. 192-199, 2022. Disponível em: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?doi=10.13386/j.issn1002-0306.2021110302>. Acesso em: 22 jun. 2023.

LUCCA, A. **Extração, caracterização e aplicação do biopolímero da planta *Pereskia aculeata miller* como auxiliar coagulante/floculante no processo de tratamento de água**. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2328>. Acesso em: 9 mar. 2025.

LV, X. *et al.* Physicochemical properties of tigernut (*Cyperus esculentus*) tuber starch and its application in steamed bread. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], v. 46, p. e16792, 2022. Disponível em: doi: 10.1111/jfpp.16792. Acesso em: 14 dez. 2024.

M. DIAS BRANCO. **A indústria de biscoitos no Brasil**. [202-?]. Disponível em: <https://ri.mdiasbranco.com.br/faq/a-industria-de-biscoitos-no-brasil/>. Acesso em: 19 mar. 2022.

MACHADO, I. R. *et al.* Medical, therapeutic and pharmaceutical use of *Cyperus articulatus* L. **Biodiversidade Brasileira**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 11-23, 2020.

MACHADO, M. L.; GABRIEL, C. G.; VASCONCELOS, F. A. G. Resultados de pesquisas avaliativas sobre o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão de escopo de 2006 a 2022. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 37, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/xSkh393x8SRP75Q7XbyQsjL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 set. 2024.

MAGALHÃES, F. E. L. *et al.* Análise e aceitação da utilização de panes na receita de pão com ora-pro-nóbis em jovens de um centro universitário de Brasília. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 10, p. 17659-17669, 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/3594/3396>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MANEK, R. V. *et al.* Physicochemical and binder properties of starch obtained from *Cyperus esculentus*. **AAPS PharmSciTech**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 379-388, jun. 2012. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22350737/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

MANFIO, N. M.; LACERDA, D. P. Definição do escopo em projetos de desenvolvimento de produtos alimentícios: uma proposta de método. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 18-36, jan. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/fHp9srg6QMKnmfH5RxT4GKJ/?lang=pt>. Acesso em: 7 fev. 2025.

MANGOLINI, V. I.; ANDRADE, L. H.; WANG, Y.-P. Epidemiologia dos transtornos de ansiedade em regiões do Brasil: uma revisão de literatura. **Revista de Medicina**, São Paulo, v. 98, n. 6, p. 415-422, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v98i6p415-422>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MANLEY, D. **Technology of Biscuits, Crackers and Cookies**. 3rd. ed. [S. l.]: Woodhead Publishing, 2000.

MANLEY, Duncan. **Biscuit, cookie and cracker recipes for food industry**. England: Woodhead Publishing Limited, 2001.

MARÔCO, J. **Análise Estatística com o SPSS Statistics**. 7. ed. Lisboa: ReportNumber, 2018.

MARCHYSHYN, S. M.; SLOBODIANIUK, L. V.; IVASIUK, I. M. A study of acute toxicity of dry extracts of the earth almond (chufa) tubers and herb. **Current issues in pharmacy and medicine: science and practice** [s. l.], v. 14, n. 1, p. 1-4, 2021. Disponível em: <http://pharmed.zsmu.edu.ua/issue/view/13780>. Acesso em: 22 jun. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MARIATH, A. B.; MARTINS, A. P. B. Atividade política corporativa da indústria de alimentos e bebidas ultraprocessados. **REI - Revista Estudos Institucionais**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 303–320, 2022. Disponível em: <https://www.estudosinstitucionais.com/REI/article/view/657>. Acesso em: 23 set. 2024.

MARINELLI, P. S. **Farinhas de moringa (Moringa oleifera Lam.) e ora-pro-nobis (Pereskia aculeata Mill.): biomateriais funcionais**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Materiais) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/4ba24bce-95c3-4ee1-8d86-fd41bc79277a>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MARINHO, A. S. G. *et al.* **Fatores e elementos climáticos usando a classificação de Köppen-Geiger**. Apostila Projeto de Extensão - ACE 4. Maceió: UFAL, 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/10074>. Acesso em: 26 mar. 2024.

MARQUES, G. L. M. *et al.* Convergência às boas práticas internacionais de auditoria interna na percepção de auditores e auditados em unidades do Exército Brasileiro. **Revista Contemporânea**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1-20, 2025. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/7189>. Acesso em: 19 mar. 2025.

MARQUES, L. **Capitalismo e colapso ambiental**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2015.

MARTIN, A. A. *et al.* Chemical structure and physical-chemical properties of mucilage from the leaves of *Pereskia aculeata*. **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 70, p. 20-28, 2017.

MARTINEVSKI, C. S. *et al.* Utilização de bertalha (*Anredera cordifolia* (ten.) Steenis) e ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* mill.) na elaboração de pães. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 3, jul./set. 2013. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/267/2251>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MARTINEZ-RODRIGUEZ, A. *et al.* Efectos de la dieta lacto-vegetariana y ejercicios de estabilización del core sobre la composición corporal y el dolor en mujeres con fibromialgia: ensayo controlado aleatorizado. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 35, n. 2, p. 392-399, 2018. Disponível em: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112018000200392&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112018000200392&lng=es&nrm=iso). Acesso em: 29 out. 2020.

MARTINS-GOMES, C.; NUNES, F. M.; SILVA, A. M. Natural products as dietary agents for the prevention and mitigation of oxidative damage and inflammation in the intestinal barrier. **Antioxidants**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 1-32, 2024.

MASLOW, A. H. A theory of human motivation. **Psychological Review**, [s. l.], v. 50, n. 4, p. 370–396, 1943. Disponível em: <https://doi.org/10.1037/h0054346>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MATOS, F. J. A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: UFC, 2009.

MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego das plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 3 ed. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2007.

MATOS, F. J. A.; CAVALCANTI, F. S.; PARENTE, J. P. Estudo agrônomo qualitativo e quantitativo de *Cyperus esculentus* L. (junça): uma fonte inexplorada de alimento energético. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 124-129, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufc.br/revistacienciaagronomica/article/view/83770>. Acesso em: 22 jul. 2021.

MARX, F.; KERR, W. E. Junça (*Cyperus esculentus* Linné), bulbilho consumido no Maranhão e que possui bom valor nutritivo. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, n. 1-2, p. 265–268, 1985. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aa/a/rYpf6xZnGCFw6Hm3QmMBRfs/?lang=pt>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MATZENAUER, W.; PEREIRA-Silva, L.; HEFLER, S.M. *Cyperus in Flora e Funga do Brasil*. [Rio de Janeiro]: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [20–]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB22614>. Acesso em: 01 mar. 2025

MAUSETH, J. D. Anatomical adaptations to xeric conditions in *Maihuenia* (Cactaceae), a relictual, leaf-bearing cactus. **Journal of Plant Research**, [s. l.], v. 112, p. 307-315, 1999.

MAZON, S. *et al.* Exploring consumers' knowledge and perceptions of unconventional food plants: case study of addition of *Pereskia aculeata* Miller to ice cream. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, n. 1, p. 215-221, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/dX93JMNybWzk5RLZQRPXLJb/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 26 jan. 2022.

MCMACKEN, M.; SHAH, S. A plant-based diet for the prevention and treatment of type 2 diabetes. **Journal of Geriatric Cardiology**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 342-354, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28630614/>. Acesso em: 29 out. 2020.

McMANUS, J. F. A. Histological and histochemical uses of periodic acid. **Stain Technology**, [s. l.], v. 23, p. 99–108, 1948.

MEDAWAR, E. *et al.* The effects of plant-based diets on the body and the brain: a systematic review. **Translational Psychiatry**, [s. l.], v. 9, n. 226, 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41398-019-0552-0>. Acesso em: 29 out. 2020.

MEDEIROS, N. S. Quintais urbanos e Segurança Alimentar e Nutricional. In: MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. (org.). **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. Viçosa, MG: UFV, 2020. p. 211-234.

MEDEIROS, M. M. L. **Estudo das potencialidades da farinha de amêndoas de castanhas de caju (*Anacardium Occidentale* L.) na substituição total de gorduras comerciais em pré-misturas de pães de curta e longa fermentação**. 2020. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/55037>. Acesso em: 11 nov. 2020.

MEEHAN, C. J.; BEIKO, R. G. A phylogenomic view of ecological specialization in the Lachnospiraceae, a family of digestive tract-associated bacteria. **Genome Biology and Evolution**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 703-713, 2014.

MELO, A. S. S. A.; BARROS, A. D. **Pesca predatória da lagosta no Brasil: um modelo insustentável**. [S. l.: s. n.], 2006.

MELQUÍADES JUNIOR. Assassinato de ativista contra agrotóxicos terá julgamento após 14 anos no Ceará. **Repórter Brasil**, [s. l.], 2 out. 2024. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2024/10/assassinato-ativista-anti-agrotoxicos-ce-julgamento/>. Acesso em: 01 dez. 2024.

MENEGHETTI, V. **Caratterizzazione nutrizionale, organolettica e nutraceutica di specie spontanee fitoalimurgiche e di varietà orticole e frutticole toscane**. 2021. Tesi di laurea magistrale (Corso: Produzioni Agroalimentari e Gestione Degli Agroecosistemi) - Università di Pisa, 2021. Disponível em: <https://etd.adm.unipi.it/t/etd-06222021-114738/>. Acesso em: 07 maio 2023.

MENON, V.; MURALEEDHARAN, A. Internet-based *surveys*: relevance, methodological considerations and troubleshooting strategies. **General Psychiatry**, London, v. 33, n. 5, p. e100264, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/gpsych-2020-100264>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MENSOR, L. L. *et al.* Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, v. 15, n. 2, p. 127-130, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ptr.687>. Acesso em: 20 maio 2024.

MERCÊ, A. L. *et al.* Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$ . **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 76, p. 29-37, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096085240000078X>. Acesso em: 7 jul. 2024.

MESQUITA, D. A. K. de *et al.* Fine arts for medical students: driving transformative debates. **Revista de Medicina**, São Paulo, v. 101, n. 2, p. 1-8, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.1679-9836.v101i2e-189268>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 24. ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

MINAYO, M. S.; MIRANDA, I.; TELHADO, R. S. A systematic review of the effects of probiotics on depression and anxiety: an alternative therapy? Revisão sistemática sobre os efeitos dos probióticos na depressão e ansiedade: terapêutica alternativa? **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 9, p. 4087-4099, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021269.21342020>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MINEIRO, M. Pesquisa de *survey* e amostragem: aportes teóricos elementares. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 284-306, 2020.

MOEBUS, R. L. N.; BARRETO, A. F.; MORAES, M. M. Psicologia decolonial, contracolonial, por vir?. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 41, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0275202441e230087pt>. Acesso em: 6 jan. 2025.

MOERSDORF, J. *et al.* The fragile state of industrial agriculture: estimating crop yield reductions in a global catastrophic infrastructure loss scenario. **Global challenges**, Hoboken, NJ, v. 8, n. 1, 2023.

MOKADY, S.; DOLEV, A. Nutritional evaluation of tubers of *Cyperus esculentus* L. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 21, n. 4, p. 211-214, 1970. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740210411>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Increasing consumption of ultra-processed foods and likely impact on human health: evidence from Brazil. **Public Health Nutrition**, Cambridge, v. 14, n. 1, p. 5-13, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1368980010003241>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. 7. ed. New York: John Wiley & Sons, 2009.

MORAES, A. C. F. *et al.* Microbiota intestinal e risco cardiometabólico: mecanismos e modulação dietética. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, [s. l.], v. 58, n. 4, p. 317-327, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0004-2730000002940>. Acesso em: 22 jul. 2022.

MORAES, K. S. *et al.* Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 30, p. 233-242, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/mFWnnYSnssgTtYtnfBHTqWL/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 16 mar. 2022.

MORAES, T. V. *et al.* Perfil fitoquímico e atividade antioxidante de flores e frutos de *Pereskia aculeata* Miller. **Scientia Plena**, [s. l.], v. 17, n. 5, 2021. Disponível em: <https://www.scienciaplenua.org.br/sp/article/view/6097>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MORAES, T. V. *et al.* Potencial antioxidante da espécie *Pereskia aculeata* miller: uma análise bibliométrica. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 79-85, 2019.

MORAIS, D. C.; SPERANDIO, N.; PRIORE, S. E. (org.). **Atualizações e debates sobre segurança alimentar e nutricional**. Viçosa, MG: UFV, 2020.

MOREIRA, H. J. C.; BRAGANÇA, H. B. N. **Manual de identificação de plantas infestantes**: hortifrúti. São Paulo: FMC Agricultural Products, 2011. p. 340-341.

MOREIRA, R. J. Críticas ambientalistas à Revolução Verde. **Estudos Sociedade e Agricultura**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 39-52, 2000. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/176>. Acesso em: 24 set. 2021.

MOUNTFORT, K. A. *et al.* Investigations into the potential degradation of polycarbonate baby bottles during sterilization with consequent release of bisphenol A. **Food Additives & Contaminants**, [s. l.], v. 14, n. 6-7, p. 737-740, 1997.

NASCIMENTO, A. C.; OLIVEIRA, J. M. S.; SILVA, H. T. D. Ansiedade e depressão: a modulação do eixo-intestino cérebro. *In*: ONE, G. M. C. (org.). **Nutrição clínica: os desafios do novo cenário**. João Pessoa: Instituto Medeiros de Educação Avançada, 2022. cap. 6, p. 117-135.

NEGBI, M. A sweetmeat plant, a perfume plant and their weedy relatives: A chapter in the history of *Cyperus esculentus* L. and *C. rotundus* L. **Economic Botany**, [s. l.], v. 46, p. 64-71, 1992. Disponível em: <https://rdcu.be/cIal5>. Acesso em: 03 mar. 2022.

NEMŠ, A.; MIEDZIANKA, J.; KITA, A. Quality and nutritional value of cookies enriched with plant-based protein preparations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 102, n. 11, p. 4629-4639, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11821>. Acesso em: 20 abr. 2025.

NÓBREGA, J. C. S. *et al.* Plantas medicinais no tratamento de ansiedade e depressão: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. e5511124024, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.24024>. Acesso em: 21 abr. 2025.

NOGUEIRA, A. C. **Enriquecimento proteico de biscoitos**: utilização de diferentes hidrolisados e isolados proteicos. 2019. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/1094103>. Acesso em: 21 abr. 2025.

NOGUEIRA SILVA, N. F. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller as a Novel Food Source: A Review. **Foods**, Basel, v. 12, n. 11, p. 2092, jun. 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12112092>. Acesso em: 01 jul. 2025.

O'BRIEN, T. P.; McCULLY, M. E. **The study of plant structure**: Principles and selected methods. Melbourne, Australia: Termarcaphi Pte, 1981.

OKYERE, A. A.; ODAMTTEN, G. T. Physicochemical, functional and sensory attributes of milk prepared from irradiated tigernut (*Cyperus esculentus* L.). **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, [s. l.], v. 7, p. 583-588, 2014.

OLADELE, A. K.; AINA, J. O. Chemical composition and functional properties of flour produced from two varieties of tigernut (*Cyperus esculentus*). **African Journal of Biotechnology**, [s. l.], v. 6, n. 21, p. 2473-2476, 2007. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/58100>. Acesso em: 03 mar. 2022.

OLADUNJOYE, A. O.; ALADE, A. E. The addition of tiger nut by-product improved the physical, nutritional and safety quality of gluten-free cookies. **Food Chemistry Advances**, [s. l.], v. 4, p. 1-8, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X24000224>. Acesso em: 9 dez. 2024.

OLADUNJOYE, A. O.; OLAOLUWA, G. O. Effect of microwave-assisted treatment on proximate, techno-functional, thermal, structural, and storage properties of TGN (*Cyperus esculentus* L.) flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s. l.], v. 104, p. 6494–6505, 2024. Disponível em: <https://scijournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.13473>. Acesso em: 15 dez. 2024.

OLAYEMI, B. *et al.* Green preparation of citric acid crosslinked starch for improvement of physicochemical properties of *Cyperus* Starch. **Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences**, [s. l.], v. 18, p. 34–43, 2021. Disponível em: 10.4274/tjps.galenos.2019.65624. Acesso em: 15 dez. 2024.

OLIVEIRA, A. F. N. N. **Potencial antioxidante, antimicrobiano e alimentício das folhas de ora-pro-nóbis (*pereskia aculeata* mill.)**. 2023. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Biotecnologia) - Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, 2023.

OLIVEIRA-COSTA, M. S. *et al.* Promoção da saúde da mulher brasileira e a alimentação saudável: vozes e discursos evidenciados pela Folha de SP. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 1957-1964, 2016.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de farmacobotânica e de morfologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2009.

OLIVEIRA, J. C. *et al.* Especificidades do grupo focal on-line: uma revisão integrativa. **Ciência e Saúde Coletiva**, São Paulo, v. 27, n. 5, p. 1813-1826, 2022.

OLIVEIRA, J. P. *et al.* Desenvolvimento, avaliação bioquímica e sensorial de bolos produzidos com *Pereskia aculeata* Mill colhida em diferentes momentos do dia. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 7, n. 9, p. 90133-90148, 2021. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/36025>. Acesso em: 20 fev. 2022.

OLIVEIRA, N. L. *et al.* Development and characterization of biodegradable films based on *Pereskia aculeata* Miller mucilage. **Industrial Crops and Products**, [s. l.], v. 130, p. 499-510, 2019.

OLIVEIRA, S. B. *et al.* Influência de sistemas agroflorestais sucessionais na dinâmica da vegetação espontânea no município de Canaã dos Carajás, sudeste do estado do Pará. **Biodiversidade Brasileira**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 82-95, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2656>. Acesso em: 3 mar. 2025.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova Iorque: ONU, 2016. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf> Acesso em: 20 mar. 2025.

ONU. **Take action for the sustainable development goals**. Nova Iorque: ONU, [2021]. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>. Acesso em: 21 dez. 2024.



ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20>. Acesso em: 17 out. 2024.

OSTER, H.; CHAVES, I. Effects of Healthy Lifestyles on Chronic Diseases: Diet, Sleep, and Exercise. **Nutrients**, [s. l.], v. 15, n. 21, p. 4627, 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10650398/>. Acesso em: 7 out. 2024.

OWHERUO, J. O. *et al.* Proximate, mineral, sensorial and microbiological properties of chin-chin produced from okra seed and wheat flour blends. **Food Chemistry Advances**, [s. l.], v. 2, p. 1-7, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772753X23001193>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PADILHA, M. R. F. *et al.* Plantas alimentícias não convencionais presentes em feiras agroecológicas em Recife: potencial alimentício. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64928-64940, 2020. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/16110>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PALANGA, K. K. *et al.* Nutritional value of *Cyperus esculentus* L. (Neglected and Underutilized Crop Species): implication for valorization. **CABI Reviews**, Wallingford, v. 16, n. 053, p. 8, 2021.

PAIM, C. S.; ALONSO, W. J. **Pandemias, saúde global e escolhas pessoais**. Minas Gerais: Cria Editora, 2020.

PAIVA, R. S.; SOUZA, R. F.; RODRIGUES, M. S. Mudanças climáticas e segurança alimentar: desafios e perspectivas no Brasil. **Journal of Education Science and Health**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 1–8, 2025. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/jesh/article/view/528>. Acesso em: 19 mar. 2025.

PAPPONI, L.; SUSIGAN., M. Erbe spontanee commestibili. Fitoalimurgia e utilizzo in cucina delle erbe spontanee dalla tradizione alla creatività dei piatti gourmand, degustazione guidata a tema. **Giornale Europeo di Aerobiologia Medicina Ambientale e Infezioni Aerotrasmesse**, [s. l.], v. xi, p. 41, 2015. Disponível em: <http://www.ilpolline.it/wp-content/uploads/2015/09/Gea-2-2015.pdf>. Acesso em: 07 maio 2023.

PARENTI, O.; GUERRINI, L.; ZANONI, B.. Techniques and technologies for the breadmaking process with unrefined wheat flours. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 99, p. 152-166, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224420300996>. Acesso em: 18 mar. 2025.

PASCUAL, B. *et al.* Chufa (*Cyperus esculentus* L. var. sativus Boeck.): an unconventional crop. Studies related to applications and cultivation. **Economic Botany**, Bronx, v. 54, n. 4, p. 439-448, 2000. Disponível em: <https://rdcu.be/cIdVj>. Acesso em: 04 mar. 2022.

PÁTARO, R. F.; CALSA, G. C. Reflexões sobre a pesquisa com grupos focais nas ciências sociais e humanas: a questão da quantidade de participantes, proveniência e local de

organização. **Ciências Sociais Unisinos**, São Leopoldo, v. 56, n. 1, p. 1-12, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4013/csu.2020.561.01>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PAULA, J. O. **Anatomia foliar de ora-pro-nóbis cultivado sob tela fotoseletiva**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Morrinhos, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/355/1/TC\\_AGRONOMIA\\_JESSICA%20PAULA.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/355/1/TC_AGRONOMIA_JESSICA%20PAULA.pdf). Acesso em: 1 mar. 2022.

PAULA, Y. L.; SILVA, N. G. A. Uma análise do programa Agentes Locais de Inovação nos processos produtivos da criação de animais no Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 62, n. 4, p. 1-20, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.282057pt>. Acesso em: 3 out. 2024.

PAVIA, D. L. *et al.* **Introdução à espectroscopia**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PEARSE, A. G. E. **Histochemistry theoretical and applied**. 4th. ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1980.

PEREIRA, D.; FAKIH, T.; MAYMONE, C. Convergências entre a soberania alimentar e a agroecologia. **Terra Livre**, [s. l.], v. 1, n. 62, p. 528-569, 2024. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0002-4685-4293>. Acesso em: 23 set. 2024.

PEREIRA, S. C. L. *et al.* Estudo da Produção de Álcool Utilizando como Matéria-Prima a *Cyperus esculentus* (Tiririca). **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 1-14, 2016. Disponível em: <https://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/1516>. Acesso em: 22 mar. 2022.

PEREIRA-FREIRE, J. A. **Caracterização nutricional, potencial quimiopreventivo e toxicidade de Mauritia flexuosa (buriti): incentivo à biotecnologia sustentável e bioprospecção de frutos regionais**. 2017. Tese (Pós-graduação em Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia – RENORBIO) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

PEREIRA, A. M. S. *et al.* **Farmácia Viva: Tradicionalidade, Ética, Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde**. Jardinópolis - S.P.: Bertolucci, 2023.

PÉREZ-MARTÍNEZ P. *et al.* Alimentos funcionales y nutraceuticos en el tratamiento de la hipercolesterolemia: posicionamiento de la Sociedad Española de Arteriosclerosis 2023. **Clínica e Investigación en Arteriosclerosis**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 248-261, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2023.02.002>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PICARD, K.; MAGER, D. R.; RICHARD, C. The impact of protein type on phosphorus intake, serum phosphate concentrations, and nutrition status in adults with chronic kidney disease: a critical review. **Advances in Nutrition**, v. 12, n. 6, p. 2099-2111, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/advances/nmab062>. Acesso em: 21 abr. 2025.

PINTO, N. C. C. *et al.* Preclinical Studies Indicate That INFLATIV, an Herbal Medicine Cream Containing Pereskia Aculeata, presents potential to be marketed as a topical anti-inflammatory agent and as adjuvant in psoriasis therapy. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, [s. l.], v. 72, n. 12, p. 1933-945, 2020. Disponível em:

<https://academic.oup.com/jpp/article/72/12/1933/6132670?login=true>. Acesso em: 18 fev. 2022.

PINTO, N. C. C. *et al.* Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. **Pharmacologyonline**, [s. l.], v. 3, p. 63-69, 2012. Disponível em: [https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2012/vol3/PhOL\\_2012\\_3\\_A009\\_015\\_Nicol as.pdf](https://pharmacologyonline.silae.it/files/archives/2012/vol3/PhOL_2012_3_A009_015_Nicol as.pdf). Acesso em: 18 fev. 2022.

PINTO, N. C. C. *et al.* *Pereskia aculeata*: a plant food with antinociceptive activity. **Pharmaceutical Biology**, [s. l.], v. 53, n. 12, p. 1-6, 2015a. Disponível em: <http://10.3109/13880209.2015.1008144>. Acesso em: 25 jan. 2021.

PINTO, N. C. C. *et al.* *Pereskia Aculeata* Miller leaves present in vivo topical anti-inflammatory activity in models of acute and chronic dermatitis. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 173, p. 330-337, 2015b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874115300490>. Acesso em: 18 fev. 2022.

PIRES, L. J. A.; RIBEIRO, J. M.; CRUZ, M. M. D. Um breve panorama sobre a Agenda 2030, as doenças crônicas não transmissíveis e os desafios de não deixar ninguém para trás. **Cadernos de saúde pública**, [s. l.], v. 40, n. 7, p. 1-13, 2024.

PONTES, C. M. **Métodos de tratamentos na semente de tremço (*Lupinus albus*) para elaboração de farinha**: propriedades nutricionais, tecnofuncionais e aplicação em massas alimentícias frescas. 2024. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

PONTO, J. Understanding and Evaluating Survey Research. **Journal of the Advanced Practitioner in Oncology**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 168-171, 2015. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4601897/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

PORTO, F. G. S. *et al.* *Pereskia aculeata* leaves: properties and potentialities for the development of new products. **Natural Product Research**, [s. l.], v. 36, n. 18, p. 4821-4832, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14786419.2021.2010070>. Acesso em: 07 fev. 2022.

PRATES, L. A. *et al.* A utilização da técnica de grupo focal: um estudo com mulheres quilombolas. **Cadernos de Saúde Pública**, [s. l.], v. 31, n. 12, p. 2483-2492, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00006715>. Acesso em: 16 mar. 2025.

PROCHAZKA, P. *et al.* Understanding the socio-economic causes of deforestation: a global perspective. **Frontiers in Forests and Global Change**, [s. l.], v. 6, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1288365>. Acesso em: 29 set. 2024.

PSORÍASE. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde. **Terminologia**. [S. l.]: BVS, [200-?].

QUEIROZ, G. C.; REGO, R. A.; JARDIM, D. C. P. **Brasil Bakery & Confectionery Trends 2020**. 1. ed. São Paulo: ITAL, 2014.

QUEIROZ, H. G. S.; PAIER, C. S. R. (org.). **Controle de qualidade e segurança de alimentos**. Sobral: SertãoCult, 2024. Disponível em: [repositorio.editorasertaocult.com.br/index.php/omp/catalog/book/169](https://repositorio.editorasertaocult.com.br/index.php/omp/catalog/book/169) . Acesso em: 16 fev. 2025.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2024. 1 programa de computador. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 28 set 2024).

RAD, M. K.; GHANI, A.; GHANI, E. In vitro effects of *Capparis spinosa* L. extract on human sperm function, DNA fragmentation, and oxidative stress. **Journal of Ethnopharmacology**, [s. l.], v. 269, p. 113702, 2021.

RANFA, A. *et al.* Ethnobotanical knowledge and nutritional properties of two edible wild plants from Central Italy: *Tordylium apulum* L. and *Urospermum dalechampii* (L.) F.W. Schmid. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, [s. l.], v. 88, n. 1, p. 249-254, 2015. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/ethnobotanical-knowledge-and-nutritional-properties-of-two-3hxwvn0yg9.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RANFA, A. *et al.* The importance of traditional uses and nutraceutical aspects of some edible wild plants in human nutrition: the case of Umbria (central Italy). **Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology**, [s. l.], v. 148, n. 2, p. 297–306, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/11263504.2013.770805>. Acesso em: 21 abr. 2025.

RANFA, A.; BODESMO, M. An Ethnobotanical investigation of traditional knowledge and uses of edible wild plants in the Umbria Region, Central Italy. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, [s. l.], v. 90, p. 31-39, 2017. Disponível em: <https://ojs.openagrar.de/index.php/JABFQ/article/view/7146>. Acesso em: 20 jan. 2025.

RANFA, A.; CIANI, A. Ethnobotany: an innovative opportunity of valorization of edible herbs as example of good practices for the circular economy and social well-being. *In: s of NATURAL RESOURCES, GREEN TECHNOLOGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT-GREEN*, 2., 2016, Croatia. **Proceedings**. Croatia: [s. n.], 2016. p. 12-17. Disponível em: <https://www.sumins.hr/wp-content/uploads/2017/05/Proceedings-GREEN2-2016.pdf#page=21>. Acesso em: 07 maio 2023.

RANFA, A. *et al.* The importance of traditional uses and nutraceutical aspects of some edible wild plants in human nutrition: the case of Umbria (central Italy). **Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology**, [s. l.], v. 148, n. 2, p. 297-306, 2014. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/11263504.2013.770805>. Acesso em: 11 ago. 2024.

REGMI, P. R. *et al.* Guide to the design and application of online questionnaire surveys. **Nepal Journal of Epidemiology**, [s. l.], v. 6, n. 4, p. 640–644, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.3126/nje.v6i4.17258>. Acesso em: 21 abr. 2025.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. **Biscoitos industrializados: nutrição e indulgência na indústria alimentar**. 1. ed. São Paulo: BB Editora: Abimapi, 2020.

REINOSO-CARVALHO, F. *et al.* Toward healthier cookie habits: assessing the role of packaging visual appearance in the expectations for dietary cookies in digital environments. **Frontiers in Psychology**, [s. l.], v. 12, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.679443>. Acesso em: 21 abr. 2025.

REIS, L. M. dos *et al.* Resíduos do processamento de batata inglesa: desenvolvimento e caracterização de biscoitos com substituição parcial de farinha de trigo por farinha da casca. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 6, p. e4500, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n6-142. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4500>. Acesso em: 15 ago. 2025.

RESEARCH AND MARKETS. **Global vegan foods market by type (dairy alternatives, frozen & dried vegetables, fruits & nuts), distribution (offline mode, online mode) – Forecast 2023-2030**. The world's largest market research store, 2023. Disponível em: <https://www.researchandmarkets.com>. Acesso em: 21 abr. 2025.

RESOSEMITO, F. S. *et al.* Avaliação das características físicas e sensoriais de tempeh utilizando uma combinação dos grãos de soja e os tubérculos. **Conjecturas**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 305-324, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CONJ-1052-P16>. Acesso em: 21 abr. 2025.

REZZETTE, L. *et al.* The role of wheat flour minor components in predicting water absorption. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 463, Part 2, p. 141232, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814624028826>. Acesso em: 27 mar. 2025.

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 31, n. 89, p. 185–198, jan. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/GVx4jkfxwP7kCYFpZwVbpSf>. Acesso em: 21 abr. 2025.

RIBEIRO, M. G. C. *et al.* Aspectos bioquímicos e imunológicos da aterosclerose e seus fatores alimentares contribuintes: uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 13, n. 7, p. 1-23, 2024. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/46239>. Acesso em: 19 ago. 2024.

ROCHA, D. R. C. *et al.* Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/656>. Acesso em: 18 fev. 2022.

RODRIGUES, A. S. **Atividade antioxidante e antimicrobiana de extratos de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) e sua aplicação em mortadela**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

- RODRÍGUEZ, G. *et al.* Pan de molde enriquecido con torta extruída de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Química, reología, textura y aceptabilidad. **Scientia Agropecuaria**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 199-208, 2018. Disponível em: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/1931>. Acesso em: 23 mar. 2025.
- ROESER, K. R. Die Nadel der Schwarzkiefer Massenprodukt und Kunstwerk der Natur. **Mikrokosmos**, [s. l.], v. 61, p. 33–36, 1972.
- ROSELLÓ-SOTO, E. *et al.* Nutritional and microbiological quality of tiger nut tubers (*Cyperus esculentus*), derived plant-based and lactic fermented beverages. **Fermentation**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 1-13, 2019.
- ROSELLÓ-SOTO, E. *et al.* Thermal and non-thermal preservation techniques of tiger nuts' beverage “horchata de chufa”. Implications for food safety, nutritional and quality Properties. **Food Research International**, [s. l.], v. 105, p. 945-951, 2018.
- ROSI, A. *et al.* Environmental impact of omnivorous, ovo-lacto-vegetarian, and vegan diet. **Scientific reports**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1-9, 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-06466-8>. Acesso em: 18 out. 2022.
- ROSSIGNOL, D.; GENUIS, S.; FRYE, R. Environmental toxicants and autism spectrum disorders: a systematic review. **Translational Psychiatry**, [s. l.], v. 11, n. 4, 2014. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/tp20144>. Acesso em: 29 out. 2020.
- RUBERT, J. *et al.* Untargeted metabolomics of fresh and heat treatment tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) milks reveals further insight into food quality and nutrition. **Journal of Chromatography A**, [s. l.], v. 1514, p. 80-87, 2017.
- SÁ, K. M. *et al.* Avaliando o impacto da política brasileira de plantas medicinais e fitoterápicos na formação superior da área de saúde. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 4, p. 1106–1131, 2018. Disponível em: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/11160>. Acesso em: 21 abr. 2025.
- SÁ, K. M. *et al.* Technology Prospection of Ora-pro-Nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): A Non-conventional Food Plant. **Recent Patents on Biotechnology**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 144-151, 2024.
- SA`ID, A. M.; ABUBAKAR, H.; BELLO, B. Sensory and Microbiological Analysis of Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Beverage. **Pakistan Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 16, p. 731–737, 2017.
- SAATH, R. *et al.* Microscopia eletrônica de varredura do endosperma de café (*Coffea arabica* L.) durante o processo de secagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 196-203, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/mbBPFKbWX4k94JTWKshb4jp/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2022.
- SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 2002.

SAHEL. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2023. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Sahel&oldid=65695910>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SANCHEZ, M.-A. *et al.* Multifactor analysis of dietary patterns to detect groups at risk of malnutrition among homebound elderly in 2015. **BMJ Open**, [s. l.], v. 9, n. 6, 2019. Disponível em: <https://bmjopen.bmj.com/content/9/6/e023548>. Acesso em: 1 mar. 2021.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Tiger Nut (*Cyperus esculentus*) Commercialization: health aspects, composition, properties, and food applications. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 366-377, 2012.

SANTIAGO, R. A. C.; CORADIN, L. (ed.). **Biodiversidade brasileira: sabores e aromas**. Brasília, DF: MMA, 2018. Disponível em: [https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2\\_of\\_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biodiversidade1/copy2_of_LivrodeReceitasSaboreseAromas.pdf). Acesso em: 12 jan. 2022.

SANTOS, A. J. *et al.* Potencialidades e desafios em comunidades de populações tradicionais, ribeirinhas na Região Amazônica. **Revista Científica ANAP Brasil**, [s. l.], v. 17, n. 41, p. 1-14, 2024. Disponível em: [https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap\\_brasil/article/view/4813](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/anap_brasil/article/view/4813). Acesso em: 1 dez. 2024.

SANTOS, A. D. G.; SILVA, D. V.; MACIEL, K. N. A campanha publicitária “Agro é tech, agro é pop, agro é tudo”, da Rede Globo de Televisão, como difusora da propaganda sobre o agronegócio no Brasil. **Revista Eletrônica Internacional de Economia Política da Informação da Comunicação e da Cultura**, São Cristovão, v. 21, n. 1, p. 46–61, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/eptic/article/view/10910>. Acesso em: 3 out. 2024.

SANTOS, C. M. *et al.* (org.). **Métodos analíticos aplicados pela Granotec/Granolab ao trigo e à farinha de trigo**. 1. ed. Curitiba: Granolab do Brasil, 2015.

SANTOS, C. V.; SILVA, F. M. Tecnologias e produtos decorrentes do acesso ao patrimônio genético brasileiro e aos conhecimentos tradicionais associados: estudo dos recursos informacionais relativos à Mata Atlântica. **Em Questão**, [s. l.], v. 29, p. e-130145, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/emquestao/a/PCVyLwQ6BhkrMqT3dBmbDHc/?lang=pt>. Acesso em: 11 ago. 2024.

SANTOS, E. R. S. *et al.* Caracterização e avaliação da capacidade antioxidante do fruto mari-mari (*Cassia leiandra* Benth) . **Scientia Plena**, [s. l.], v. 18, n. 12, p. 1-11, 2022. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/6727>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SANTOS, K. S. *et al.* Diferentes concentrações de nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) afetam o metabolismo do nitrogênio e o desenvolvimento de *Acmella oleracea* L. (Asteraceae) cultivado in vitro. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 1–17, 2025. Disponível em:

<https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/3434>. Acesso em: 5 mar. 2025.

SANTOS, L. A. *et al.* Gender, skin color, and household composition explain inequities in household food insecurity in Brazil. **PLOS Global Public Health**, [s. l.], v. 3, n. 10, p. e0002324, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0002324>. Acesso em: 15 set. 2024.

SANTOS, M. F. R.; SOUSA, R. C. P. Prospeção da cultura da palma forrageira: uma planta exótica fonte de conhecimento. **Revista Portuguesa Interdisciplinar**, Portugal, v. 3, n. 1, p. 17-36, 2022.

SANTOS, M. F. R.; SOUSA, R. C. P.; FERKO, G. P. S. Prospeção da palma forrageira para alimentação humana: planta exótica radicada no Brasil. **Revista Eletrônica Casa de Makunaima**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 19-37, 2023. Disponível em: [https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/casa\\_de\\_makunaima/article/view/1344/769](https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/casa_de_makunaima/article/view/1344/769). Acesso em: 7 jan. 2025.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócoli, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 294–301, 2006.

SANTOS, P. A. *et al.* Use of agricultural by-products in extruded gluten-free breakfast cereals. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 297, p. 124956, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619310581>. Acesso em: 14 fev. 2025.

SANTOS, S. C.; SILVA, C. A. O agro é pop e não preserva ninguém: os discursos antagônicos de preservação ambiental. **Geographia Opportuno Tempore**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 93–108, 2020. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/39658>. Acesso em: 3 out. 2024.

SANTOS, V. L. P. *et al.* Anatomical investigations of Piper amalago (Jaborandi-manso) for the quality control. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, [s. l.], v. 25, p. 85–91, 2015.

SARTOR, C. F. P.; MAZIA, R. S. Influência do Tipo de Solo Usado para o Cultivo de Pereskia aculeata Sobre Propriedade Protéica. **Saúde e Pesquisa**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2012.

SAVATOVIĆ, S. M. *et al.* Kinetic behaviour of the DPPH radical-scavenging activity of tomato waste extracts. **Journal of the Serbian Chemical Society**, [s. l.], v. 77, n. 10, p. 1381–1389, 2012. Disponível em: <https://doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0352-51391200065S>. Acesso em: 16 maio 2024.

SAVVATEEVA, Lyudmila V. *et al.* Computational Screening and Experimental Evaluation of Wheat Proteases for Use in the Enzymatic Therapy of Gluten-Related Disorders. **Pharmaceuticals**, v. 18, n. 4, p. 592, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ph18040592>. Acesso em: 16 ago. 2025.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 112, n. 3, p. 654–658, 2009. Disponível



em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814608007218>. Acesso em: 22 maio 2022.

SCHIPPERS, P.; TER BORG, S. J.; BOS, J. J. A revision of the infraspecific taxonomy of *Cyperus esculentus* (yellow nutsedge) with an experimentally evaluated character set. **Systematic Botany**, [s. l.], v. 20, n. 4, p. 461-481, 1995. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/2419804?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/2419804?seq=1#metadata_info_tab_contents). Acesso em: 04 mar. 2022.

SCHUG, G. R. *et al.* Climate change, human health, and resilience in the Holocene. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 120, n. 4, p. e2209472120, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.2209472120>. Acesso em: 15 set. 2024.

SEBRAE. **Biscoitos caseiros/não industrializados**: relatório completo. [S. l.]: ESPM: Sebrae, 2008. Disponível em: <https://vdocuments.site/biscoitos-caseiros.html>. Acesso em: 19 mar. 2018. p. 10-11.

SHIN, D. J.; KIM, W.; KIM, Y. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 1, p. 517-523, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613003063>. Acesso em: mar. 2025.

SHI, J. *et al.* Combined effects of organochlorine pesticides on type 2 diabetes mellitus: Insights from endocrine disrupting effects of hormones. **Environmental Pollution**, [s. l.], v. 341, 2024. Disponível em: [10.1016/j.envpol.2023.122867](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122867). Acesso em: 7 out. 2024.

SIDDIQUE, H. R.; SALEEM, M. Beneficial health effects of lupeol triterpene: A review of preclinical studies. **Life Sciences**, [s. l.], v. 88, p. 285-293, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2010.11.020>. Acesso em: 21 abr. 2025.

SILVA, D. O. *et al.* Valor nutritivo e análise sensorial de pão de sal adicionado de *Pereskia aculeata*. **Demetra: Alimentação, Nutrição & Saúde**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 1027-1040, 2014. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/11119>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SILVA, N. F. N. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller as a novel food source: a review. **Foods**, [s. l.], v. 12, n. 11, p. 2092, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/11/2092>. Acesso em: 9 mar. 2025.

SILVA, M. R.; SILVA, M. A. A. P.; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 18, p. 25-34, 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/C8xWv4vsgXS6LZWztmpbWDK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 mar. 2022.

SILVA, M. R. *et al.* Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 176-182, maio/ago. 2001.

SILVA, S. H. *et al.*, S. Freeze-dried Petit Suisse cheese produced with ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) biopolymer and carrageenan mix. **LWT**, [s. l.], v. 149, p. 1-9, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643821009178>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SILVA, S. de S. *et al.* Processing and characterization of vegetable waste flour and biscuits obtained with vegetable waste flour. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, [S. l.], v. 9, n. 4, p. 15617–01e, 2023. Acesso em 25 jun. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.18540/jcecvl9iss4pp15617-01e>

SILVA, Y. O. **Avaliação da qualidade industrial de trigo nacional (BRS 264) proveniente de região não convencional**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFSC: UFRGS, 2007.

SIMONETTI, M. G.; FARIÑA, L. O.; SIMONETTI, K. T. G. As potencialidades da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) no Programa Nacional de Alimentação Escolar. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [s. l.], v. 10, n. 14, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20381>. Acesso em: 27 jan. 2022.

SINGH, A.; VELLAPANDIAN, C. In silico and pharmacokinetic assessment of echinocystic acid effectiveness in Alzheimer's disease like pathology. **Future Science OA**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. FSO904, 2024.

SIVASUBRAMANIAN, B. P. *et al.* Comprehensive Review of Red Meat Consumption and the Risk of Cancer. **Cureus**, [s. l.], v. 15, n. 9, 2023. Disponível em: [10.7759/cureus.45324](https://doi.org/10.7759/cureus.45324). Acesso em: 4 out. 2024.

SLOW FOOD. **Se a biodiversidade está viva, o planeta também está**. Síntese do documento de posição – 2021. Brasil: Slow Food, [2021]. Disponível em: [https://www.slowfood.com/wp-content/uploads/2022/06/PT\\_biodiversita\\_breve.pdf](https://www.slowfood.com/wp-content/uploads/2022/06/PT_biodiversita_breve.pdf) Acesso em: 21 jul. 2022.

ŠMÍDOVÁ, Z.; RYSOVÁ, J. Gluten-free bread and bakery products technology. **Foods**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1-18, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/480>. Acesso em: 10 mar. 2025.

SOARES, L. C.; CASTRO, A. B.; MARTINS, M. V. Potencial antioxidante e valor nutricional das folhas da ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller): um estudo de revisão. **Brazilian Journal of Development**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 6649–6659, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/43222>. Acesso em: 16 mar. 2025.

SOARES, M. V. *et al.* Aceitação sensorial de produtos livres de glúten elaborados a partir de farinhas de resíduos e subprodutos vegetais: uma revisão integrativa. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, [s. l.], v. 11, n. 5, p. 1-25, 2024. Disponível em: <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/desafios/article/view/16780>. Acesso em: 23 fev. 2025.

SOMMER, M. C.; RIBEIRO, P. F. A.; KAMINSKI, T. A. Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis. **Brazilian Journal of Health Review**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 6878–6892, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/46696>. Acesso em: 16 mar. 2025.

SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 39, n. 4, p. 344-350, 1962. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19631601287>. Acesso em: 2 dez. 2022.

SOUSA, M. S. B. *et al.* Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUSA, R. M. F. *et al.* Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, supl.1, p. 448-457, jun. 2014.

SOUZA, A. P. S.; SILVA, L. S.; PIERRE, F. C. Plantas alimentícias não convencionais (PANC): um estudo de caso na cidade de Botucatu. **Anais Sintagro**, Ourinhos, v. 11, n. 1, p. 368-374, 2019. Trabalho apresentado no XI Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio.

SOUZA, D. V.; CUNHA, F. I. J.; DINARDI, A. J. Biomas brasileiros: uma investigação acerca das fragilidades de seu ensino e aprendizagem. **Revista Exitus**, Santarém, n. 13, p. 1-25, 2023. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.ufopa.edu.br/index.php/revistaexitus/article/view/2106>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SOUZA FILHO, P. F. *et al.* Vegan-mycoprotein concentrate from pea-processing industry byproduct using edible filamentous fungi. **Fungal Biology and Biotechnology**, [s. l.], v. 5, n. 5, p. 1-10, 2018. Disponível em: <http://doi.org/10.1186/s40694-018-0050-9>. Acesso em: 11 nov. 2020.

SOUZA, B. M.; COSTA NETO, E. M. Uso histórico da raiz do Umbuzeiro (*Spodias Tuberosa* Arr. Cam., Anacardiaceae) no Semiárido Nordeste. **Revista Ouricuri**, Brasil, v. 15, n. 1, p. 03–23, 2025. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/ouricuri/article/view/19559>. Acesso em: 19 mar. 2025.

SOUZA, L. F. *et al.* Chemical composition and biological activities of the essential oils from two *Pereskia* species grown in Brazil. **Natural Product Communications**, [s. l.], v. 9, n. 12, p. 1805-1808, 2014. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1934578X1400901237>. Acesso em: 18 fev. 2022.

SOUZA, L. F. *et al.* *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) Leaves: chemical composition and biological activities. **International journal of molecular sciences**, [s. l.], v. 17, n. 9, p. 1-12, 2016. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/17/9/1478/htm>. Acesso em: 26 maio 2022.

SOUZA, M. *et al.* Predição dos teores de compostos fenólicos e flavonoides na parte aérea das espécies *Secale cereale* L., *Avena strigosa* L. E *Raphanus sativus* L. por meio de espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). **Química Nova**, [s. l.], v. 40, n. 9, p. 1074–1081, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/czwDgCLCW57BLCDczQHqpBP/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 29 mar. 2025.

SOUZA, M. C.; SARTOR, C. F. P.; FELIPE, D. F. Comparação da ação antioxidante de uma formulação contendo extrato de *Pereskia aculeata* com cosméticos anti-idade presentes no mercado. **Saúde e Pesquisa**, [s. l.], v. 6, n. 3, p. 461-477, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/saudpesq/article/view/2630>. Acesso em: 20 fev. 2022.

SPECIESLINK NETWORK. **Search**. [S. l.]: Cria, [2025]. Disponível em: <https://specieslink.net/search/>. Acesso em: 2 mar. 2025.

SPENCER, J. P. E. The impact of flavonoids on memory: physiological and molecular considerations. **Chemical Society Reviews**, [s. l.], v. 38, n. 4, p. 1152-1161, 2009.

SQUENA, A. P. *et al.* Análise Morfoanatômica de partes vegetativas aéreas de *Pereskia aculeata* Mill., Cactaceae. **Cadernos da Escola de Saúde**, [s. l.], v. 2, n. 8, p. 189-207, 2017. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/cadernossaude/article/view/2367>. Acesso em: 10 mar. 2022.

STASI, L. C.; HIRUMA-LIMA, C. A. **Plantas medicinais na Amazônia e na Mata Atlântica**. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora UNESP, 2002.

STÉDILE, J. P. Capitalismo e política alimentar: o mundo não pode ser um grande supermercado. **Envolverde**, [s. l.], 11 abr. 2013. Disponível em: <https://envolverde.com.br/arquivo/capitalismo-politica-alimentar-mundo-nao-grande-supermercado/>. Acesso em: 21 abr. 2025.

STOKSTAD, E. Food and farming could stymie climate efforts, reseachers say. **Science**, 5 nov. 2020. Disponível em: <https://www-sciencemag-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/news/2020/11/food-and-farming-could-stymie-climate-efforts-researchers-say>. Acesso em: 11 nov. 2020.

STYLIANOU, K. S.; FULGONI, V. L.; JOLLIET, O. Small targeted dietary changes can yield substantial gains for human health and the environment. **Nature Food**, [s. l.], v. 2, n. 8, p. 616-627, 2021. Disponível em: <https://www-nature.ez11.periodicos.capes.gov.br/articles/s43016-021-00343-4>. Acesso em: 18 out. 2022.

SUAREZ-TORRES, J. R. *et al.* Agroecology and Health: Lessons from Indigenous Populations. **Current Environmental Health Reports**, [s. l.], v. 4, n. 4, p. 244-251, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0146-z>. Acesso em: 29 set. 2024.

SUN, Xinyang; PEI, Fei; FANG, Yong. The effects of hydrocolloids on the thermomechanical, viscoelastic and microstructural properties of whole wheat flour dough. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 370, p. 1-9, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621019828>. Acesso em: 3 mar. 2025.

SUZUKI, G. T. **O Conceito de sustentabilidade e estratégia empresarial: o caso da Natura na Amazônia**. 2009. Dissertação (Mestrado em Planejamento do Desenvolvimento) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

TAKEITI, C. Y. *et al.* Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [s. l.], v. 60, n. sup1, p. 148-160, 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19468927/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

TAYYEM, R. F. *et al.* Meat and dairy products intake is associated with gastric cancer: Case-control study findings. **Food Science & Nutrition**, [s. l.], v. 11, n. 7, p. 3788-3798, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/fsn3.3364>. Acesso em: 4 out. 2024.

TEBBEN, L.; SHEN, Y.; LI, Y. Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 81, p. 10-24, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418301274>. Acesso em: 1 mar. 2025.

TELLES, C. C. *et al.* *Pereskia aculeata*: Ora-pro-nobis. In: BRASIL. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o Futuro: Região Centro-Oeste**. Brasília, DF: MMA, 2016. p. 280-289.

THOMPSON, C. *et al.* Harnessing marine microbiomes to develop a sustainable, all-Atlantic bioeconomy. **mLife**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 163–166, 2024.

THONGRAM, S. *et al.* Physicochemical and organoleptic properties of cookies incorporated with legume flours. **Cogent Food & Agriculture**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 1-12, 2016.

TILMAN, D. *et al.* Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 108, n. 50, p. 20260-20264, 2011. Disponível em: <https://www.pnas.org/doi/epdf/10.1073/pnas.1116437108>. Acesso em: 21 abr. 2025.

TINAHONES MADUEÑO, F. J. Nutrición y microbiota. **Nutrición hospitalaria**, [s. l.], v. 40, n. Spec No 2, p. 9-11, 2023. Disponível em: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v40nspe2/0212-1611-nh-40-nspe2-9.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2024.

TIUGANJI, N. M. Eating Behavior (Duration, Content, and Timing) Among Workers Living under Different Levels of Urbanization. **Nutrients**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/2/375>. Acesso em: 7 out. 2024.

TOLENTINO JÚNIOR, D. S. *et al.* Revisão sobre cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas aplicada à análise toxicológica de alimentos. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1-14, 2021.

TOMIAK, J. *et al.* Influência das formas de preparo da Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) no teor de compostos bioativos. **Revista Contemporânea**, [s. l.], v. 3, n. 6, p. 6727–6741, 2023.

TONG, L.; SU, S. Impact of vertical sequence on consumers' choice between hedonic and utilitarian products. **Social Behavior and Personality**, [s. l.], v. 46, n. 3, p. 409–420, 2018.

TORRES, T. M. S. *et al.* High-pressure biorefining of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*). **The Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 181, p. 1-9, 2022a. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844621003569>. Acesso em: 08 fev. 2022.

TORRES, T. M. S. *et al.* Neuroprotective potential of extracts from leaves of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) recovered by clean compressed fluids. **The Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 179, p. 1-8, 2022b. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0896844621002321>. Acesso em: 08 fev. 2022.

TSAFOU, E.; GARCÍA-GRANERO, J. J. Beyond staple crops: exploring the use of 'invisible' plant ingredients in Minoan cuisine through starch grain analysis on ceramic vessels. **Archaeological and Anthropological Sciences**, [s. l.], v. 13, p. 1-16, 2021.

TSO, R.; LIM, A. J.; FORDE, C. G. A Critical Appraisal of the Evidence Supporting Consumer Motivations for Alternative Proteins Foods. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10010024>. Acesso em: 21 abr. 2025.

TULER, A. C.; PEIXOTO, A. L.; SILVA, N. C. B. Plantas alimentícias não convencionais (PANC) na comunidade rural de São José da Figueira, Durandé, Minas Gerais, Brasil. **Rodrigues**, [s. l.], v. 70, p. 1-12, 2019.

UDEFA, A. L. *et al.* Antioxidant, anti-inflammatory and anti-apoptotic effects of hydro-ethanolic extract of *Cyperus esculentus* L. (tigernut) on lead acetate-induced testicular dysfunction in Wistar rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, [s. l.], v. 129, p. 110491, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332220306843>. Acesso em: mar. 2025.

UGALDE, R. C. M. **A influência das embalagens no poder de decisão de compra de alimentos – uma revisão**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/7306>. Acesso em: 21 abr. 2025.

UMERIE, S. C.; OBI, N. A. N.; OKAFOR, E. O. Isolation and characterization of starch from *Cyperus esculentus* tubers. **Bioresource Technology**, [s. l.], v. 62, p. 63–65, 1997. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(97\)00040-0](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(97)00040-0). Acesso em: 2 dez. 2024.

UNEP. **Como alimentar 10 bilhões de pessoas até 2050?** [S. l.]: ONU, 2020. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/como-alimentar-10-bilhoes-de-pessoas-ate-2050>. Acesso em: 10 maio 2024.

USLU, E. K.; YILMAZ, E. Cold-pressed tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oils: chemical and aromatic profiles, sensory properties, and consumer preferences. **Grasas y Aceites**, [s. l.], v. 75, p. e537–e537, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3989/gya.0982221>. Acesso em: 8 dez. 2024.

UZARSKI, J. S. *et al.* Essential design considerations for the resazurin reduction assay to noninvasively quantify cell expansion within perfused extracellular matrix scaffolds. **Biomaterials**, [s. l.], v. 129, p. 163-175, 2017.

VALENTE JUNIOR, A. S.; FREIRE, L. L. R.; CARNEIRO, W. M. A. (org.). **Considerações sobre a economia e setores produtivos do Nordeste**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 2014.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, [s. l.], v. 84, p. 523–538, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>. Acesso em: 8 dez. 2024.

VANIN, F. M. *et al.* Bioactive Ingredients for Safe and Health-Promoting Functional Foods. **Foods**, [s. l.], v. 12, n. 22, p. 4134, 2023.

VARZAKAS, T.; ANTONIADOU, M. A Holistic Approach for Ethics and Sustainability in the Food Chain: The Gateway to Oral and Systemic Health. **Foods**, [s. l.], v. 13, n. 8, p. 1224, 2024. Disponível em: [doi:10.3390/foods13081224](https://doi.org/10.3390/foods13081224). Acesso em: 7 out. 2024.

VASCONCELLOS, L.; GUEDES, L. **E-surveys**: vantagens e limitações dos questionários eletrônicos via internet no contexto da pesquisa científica. 2007. Artigo apresentado no X SemeAd - Seminários em Administração FEA/USP, São Paulo, 2007.

VELLOZO, E. P.; FISBERG, M. A contribuição dos alimentos fortificados na prevenção da anemia ferropriva. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, [s. l.], v. 32, supl. 2, p. 140-147, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-84842010005000055>. Acesso em: 26 mar. 2022.

VIBIAN, J. S.; ARAÚJO, L. A.; CAVAZZINI, L. S. Os impactos na implementação da moratória da soja no Brasil e os índices de consumo internacional. **South American Development Society Journal**, [s. l.], v. 7, n. 21, p. 254-269, 2021. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/468>. Acesso em: 4 out. 2024.

VRIES, F. T. Chufa (*Cyperus esculentus*, Cyperaceae): A weedy cultivar or a cultivated weed?. **Economic Botany**, [s. l.], v. 45, p. 27-37, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com.ez11.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/BF02860047>. Acesso em: 11 maio 2023.

WAN, Y. *et al.* Insights on tiger nut (*Cyperus Esculentus* L.) oil-loaded microcapsules: characterization and oxidation stability analysis. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 460, Part 3, p. 140755, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814624024051>. Acesso em: 4 mar. 2025.

WANG, J. *et al.* Preparation and characterization of octenyl succinic anhydride nano starch from tiger nut meals. **Food Quality and Safety**, [s. l.], v. 7, p. 1-13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad030>. Acesso em: 18 dez. 2024.

WANG, Q.; LI, L.; ZHENG, X. A review of milling damaged starch: Generation, measurement, functionality and its effect on starch-based food systems. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 315, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126267>. Acesso em: 18 dez 2024.

WANG, Z-Y. *et al.* Trends and hotspots of global ultra-processed food research (2010-2023): A scientometric study. **Food and Health**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.53388/fh2024001>. Acesso em: 3 out. 2024.

WANG, W. *et al.* The biological activities, chemical stability, metabolism and delivery systems of quercetin: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 56, p. 21-38, 2016. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.07.004. Acesso em: 1 jun 2025.

WESTBROOK, G.; ANGUS, A. **10 Principais Tendências Globais de Consumo 2022**. [S. l.]: Euromonitor, 2022. Disponível em: <https://go.euromonitor.com/white-paper-EC-2022-Top-10-Global-Consumer-Trends-PG.html>. Acesso em: 11 mar. 2022.

WIKIMEDIA COMMONS. **DPPH-inhibition-reaction.svg**. In: WIKIMEDIA COMMONS, 5 mar. 2024. 1 Figura. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DPPH-inhibition-reaction.svg>. Acesso em: 4 mar. 2025.

WILKINSON, S. Focus group methodology: a review. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 1, n. 3, p. 181-203, 1998. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13645579.1998.10846874>. Acesso em: 16 ago. 2025.

WILLETT, W. *et al.* Food in the Anthropocene: The EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **Lancet**, [s. l.], v. 393, n. 10170, p. 447–492, 2019. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(18\)31788-4/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(18)31788-4/fulltext). Acesso em: 11 nov. 2020.

WILLS, G. D. Description of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). **Weed Technology**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 2–9, 1987.

WIRAWAN, E. U.; YAN, S. W. Consumers' perception and physicochemical properties of novel functional cookie enriched with medicinal plant *Strobilanthes crispus*. **British Food Journal**, [s. l.], v. 123, n. 3, p. 1121-1132, 2021.

WRIGHT, J.; TREUILLE, E. **Le Cordon Bleu**: todas as técnicas culinárias. 2 ed. São Paulo: Marco Zero, 2007.



WU, M.-J.; ZHAO, K.; FILS-AIME, F. Response rates of online surveys in published research: a meta-analysis. **Computers in Human Behavior Reports**, [s. l.], v. 7, p. 1-11, 2022.

WU, X. *et al.* Effect of *Cyperus esculentus* polysaccharide on *Cyperus esculentus* starch: Pasting, rheology and in vitro digestibility. **Food Chemistry**: X, [s. l.], v. 22, p. 1-9, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590157524003985>. Acesso em: 12 dez 2024.

WU, Z.-W. *et al.* Evaluation of Quality Properties of Brown Tigernut (*Cyperus esculentus* L.) Tubers from Six Major Growing Regions of China: A New Source of Vegetable Oil and Starch. **Journal of Oleo Science**, [s. l.], v. 73, p. 147–161, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5650/jos.ess23123>. Acesso em: 12 dez. 2024.

XAVIER, Soraya Vanessa Alves. **Elaboração de biscoito funcional do tipo cookies adicionado com o resíduo da polpa de caju**. 2021. 44 f.: il. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Tecnologia, Natal, 2021.

XIAOFAN, L. V.; CHEN, Y.; ZHOU, W. Effect of cross-linking with sodium trimetaphosphate on structural and physicochemical properties of tigernut starch. **Food Science and Technology**, [s. l.], v. 42, p. 1-5, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/6Br4h8RtB3BCk3mx3S7KbYj/>. Acesso em: 13 dez. 2024.

XU, Y. *et al.* Maternal exposure to pesticides and autism or attention-deficit/hyperactivity disorders in offspring: A meta-analysis. **Chemosphere**, [s. l.], v. 313, p. 1-8, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653522039522>. Acesso em: 7 out. 2024.

YAN, D. *et al.* Pesticide exposure and risk of Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 6, p. 1-9, 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep32222>. Acesso em: 29 out. 2020.

YEE, A. Z.; LWIN, M. O.; HO, S. S. The influence of parental practices on child promotive and preventive food consumption behaviors: a systematic review and meta-analysis. **The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, [s. l.], v. 14, n. 47, p. 1-14, 2017.

YIKRAZUUL. **ResazurinTOresorufin.png**. In: WIKIMEDIA COMMONS, 17 set. 2007. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ResazurinTOresorufin.png>. Acesso em: 03 mar. 2025.

YU, Y. *et al.* Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.): Nutrition, Processing, Function and Applications. **Foods**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 601, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods11040601>. Acesso em: 8 mar. 2025.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. P. **Cactaceae in Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2020?]. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1633>. Acesso em: 10 fev. 2022.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N. P. *Cactaceae in Flora e Funga do Brasil*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [2025?]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB1633>. Acesso em: 01 mar. 2025.

ZEM, L. M. *et al.* A nutritional analysis of juices of ora-pro-nobis's leaves and stalks. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, [s. l.], v. 4, n. 3, p. 512–524, 2018. Disponível em: <https://revista.uergs.edu.br/index.php/revuergs/article/view/1531>. Acesso em: 9 mar. 2025.

ZHANG, L. *et al.* Maintaining the balance of intestinal flora through the diet: effective prevention of illness. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 10, p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/10/2312>. Acesso em: 26 set. 2022.

ZHANG, S. *et al.* Cyperus (*Cyperus esculentus* L.): a review of its compositions, medical efficacy, antibacterial activity and allelopathic potentials. **Plants**, [s. l.], v. 11, n. 9, p. 1127, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/9/1127>. Acesso em: 11 maio 2023.

ZHANG, Y.; GIOVANNUCCI, E. L. Ultra-processed foods and health: a comprehensive review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 63, n. 31, p. 10836-10848, 2023.

ZIMMER, T. B. R.; OTERO, D. M.; ZAMBIAZI, R. C. Physicochemical and bioactive compounds evaluation of *Physalis pubescens* Linnaeus. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 67, n. 6, p. 432-438, nov./dez. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/WrnWYRRRwXM5NBVDZG8CqWR/?for>. Acesso em: 21 jan. 2024.

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Você está sendo convidado, pela pesquisadora Kellen Miranda Sá e colaboradores, a participar da pesquisa intitulada **ANÁLISE SENSORIAL E ANÁLISE DE INTENÇÃO DE COMPRA DE BISCOITO TIPO *COOKIE* COM APELO SAUDÁVEL**. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

A pesquisa tem o objetivo de avaliar sensorialmente e conhecer a intenção de compra de um biscoito tipo *cookie* com apelo saudável, elaborado a partir de plantas da biodiversidade brasileira. Trata-se de uma participação voluntária em nome da ciência e por isso, nenhum pagamento lhe será ofertado pela participação. Você não sofrerá nenhum constrangimento em participar desta pesquisa e todos os seus dados serão mantidos em sigilo e utilizados apenas para fins desta pesquisa científica, o que é respaldado pela Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum desconforto é esperado.

As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa. A divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

A qualquer momento você poderá recusar a continuar participando da pesquisa e também poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

Endereço das responsáveis pela pesquisa:

<p><b>Nome:</b> Kellen Miranda Sá <b>Instituição:</b> Universidade Federal do Ceará <b>Endereço:</b> Avenida do contorno S/N Bloco 941 Campus do Pici <b>Telefones para contato:</b> 33669418 <b>E-mail:</b> kellenmiranda@ufc.br</p>
---

**Nome: Dorasilvia Ferreira Pontes**

**Instituição: Universidade Federal do Ceará**

**Endereço: Av. Mister Hull, 2977 – Bloco 858, 1º andar, Campus Universitário do PICI - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos**

**Telefones para contato: 33669752 E-mail: dora@ufc.br**

**Nome: Mary Anne Medeiros Bandeira**

**Instituição: Universidade Federal do Ceará**

**Endereço: Avenida do contorno S/N Bloco 941 Campus do Pici**

**Telefones para contato: 33669418 E-mail: mambandeira@yahoo.com.br**

**ATENÇÃO:** Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira).

O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ anos, RG: \_\_\_\_\_, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas. E declaro, ainda, estar recebendo uma via assinada deste termo.

Fortaleza, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nome do participante da pesquisa

Data

Assinatura

Nome do pesquisador

Data

Assinatura

Nome da testemunha

Data

Assinatura

(se o voluntário não souber ler)

Nome do profissional

Data

Assinatura

que aplicou o TCLE

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SURVEY PESQUISA INTENÇÃO DE COMPRA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**  
**QUESTIONÁRIO DE PESQUISA**

Prezado(a) entrevistado(a),

Contamos com a sua colaboração para responder o questionário de uma pesquisa da Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, na temática.

**Você está sendo convidado, pela pesquisadora Kellen Miranda Sá e colaboradores, a participar da pesquisa intitulada ANÁLISE SENSORIAL E ANÁLISE DE INTENÇÃO DE COMPRA DE BISCOITO TIPO *COOKIE* COM APELO SAUDÁVEL. Você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.**

A pesquisa tem o objetivo de avaliar sensorialmente e conhecer a intenção de compra de um biscoito tipo *cookie* com apelo saudável, elaborado a partir de plantas da biodiversidade brasileira. Trata-se de uma participação voluntária em nome da ciência e por isso, nenhum pagamento lhe será ofertado pela participação. Você não sofrerá nenhum constrangimento em participar desta pesquisa e todos os seus dados serão mantidos em sigilo e utilizados apenas para fins desta pesquisa científica, o que é respaldado pela Resolução N° 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum desconforto é esperado.

As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pela pesquisa. A divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

A qualquer momento você poderá recusar a continuar participando da pesquisa e também poderá retirar o seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.

(    ) Li e confirmo a aceitação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

**Você aceita participar da pesquisa?**

**Sim**

**Não**

**Caso deseje receber os resultados publicados dessa pesquisa, registre seu e-mail.**

**Você reside no município de Fortaleza?**

**Sim**

**Não**

**Qual bairro? (marcar na lista)**

## **1º PARTE – CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA**

**Qual a sua idade (em anos)? \_\_\_\_\_**

**Sexo:**

( ☐ ) Feminino    ( ☐ ) Masculino

**Cor ou raça:**

Branca

Preta

Amarela

Parda

Indígena

**Qual foi o curso mais elevado que completou?**

Elementar incompleto

Fundamental incompleto

Fundamental completo

Ensino médio completo

Superior completo ou mais

**Qual a sua situação conjugal?**

☐ casado(a) ou em união estável

☐ divorciado(a)

☐ solteiro(a) ou viúvo(a)

**Trabalha fora de casa?**

☐ sim

☐ não

**Você reside com**

Amigos(as)

Conjuge

Filhos

Pais

Parentes

Sozinho

Outro

**Qual é a sua principal situação de trabalho?**

Servidor público

Empregado com carteira de trabalho

Empregado sem carteira de trabalho

Dono(a) de empresa (Micro, Pequena, Média, Grande empresas)

Trabalha por conta própria (MEI - Microempresário(a) individual)

Trabalha por conta própria (Autônomo)

Trabalha sem remuneração

Não trabalha fora por ser estudante

Não trabalha fora por ser dono(a) de casa

Não trabalha por ser aposentado(a)

Não trabalha por outro motivo

**Qual a renda total do domicílio?**

Sem rendimento

Até R\$1.000,00

De R\$1.000,00 até R\$2.000,00

De R\$2.000,00 até R\$3.000,00

De R\$3.000,00 até R\$5.000,00

De R\$5.000,00 até R\$10.000,00

R\$10.000,00 ou mais

Não quero informar

**No seu domicílio, qual é o número de moradores?**

1 morador

2 moradores

3 moradores

4 moradores

5 moradores

6 moradores

7 moradores

8 moradores ou mais

**2º PARTE – AVALIAÇÃO DAS PERCEPÇÕES E HÁBITOS RELACIONADOS À SAÚDE**

**Você se considera uma pessoa saudável?**

1 a 5 (Likert)

**Em geral, como avalia sua saúde?**

(muito ruim)1 a 5 (muito boa)

**Atualmente, como está seu nível de atividade física?**

Sedentário (não faz atividade física)

Irregular ativo (atividades físicas esporádicas)

Ativo (2 a 3 vezes por semana)

Muito ativo (4 a 7 vezes por semana)

**Qual seu peso atual?**

\_\_\_\_\_

**Qual sua altura em centímetros?**



---

**Marque abaixo se apresenta um desses problemas de saúde**

Colesterol alto

Diabetes

Ansiedade

Alergias alimentares

Depressão

Doenças relacionadas às articulações

Intolerância ao glúten

Intolerância à lactose

Pressão alta

Prisão de ventre

Problemas renais - rins (pedras, insuficiência renal, etc.)

Problemas hepáticos - fígado (gordura no fígado, etc.)

Síndrome do Intestino Irritável

Não tenho nenhum desses problemas de saúde

**PARTE III – AVALIAÇÃO DAS PERCEPÇÕES E HÁBITOS RELACIONADOS AO ALIMENTO**

**Usualmente, onde você compra alimentos para seu domicílio?**

Cestas da agricultura familiar

Feiras livres

Internet

Lojas de produtos naturais/cereais

Mercadinhos de bairro

Supermercados

Outros

**Quanto você gasta por mês com a compra de alimentos para o domicílio?**

Até R\$1.000,00

De R\$1.000,00 até R\$2.000,00

De R\$2.000,00 até R\$3.000,00

De R\$3.000,00 até R\$5.000,00

De R\$5.000,00 até R\$10.000,00

R\$10.000,00 ou mais

Não quero informar

**Usualmente, quais desses grupos de alimentos você costuma comprar?**

Cereais, pães, raízes e tubérculos

Hortaliças

Frutas e sucos de frutas

Leites, queijos e iogurtes

Carnes e ovos

Leguminosas

Óleos e gorduras

Açúcares, balas, chocolates, salgadinhos

**Como você avalia a qualidade do alimento que você consome para a sua saúde?**

Pouco importante 1 a 5 Muito importante

**Quanto à origem desse alimento para sua saúde, você considera:**

Pouco importante 1 a 5 Muito importante

**Quanto à origem desse alimento para preservação do meio ambiente, você considera:**

Pouco importante 1 a 5 Muito importante

**Como você avalia a importância das proteínas de origem animal (carnes, peixes, leite, ovos, etc) para sua saúde?**

Pouco importante 1 a 5 Muito importante

**Como você avalia a importância das proteínas de origem vegetal (ervilha, feijão, lentilha, etc) para sua saúde?**

Pouco importante 1 a 5 Muito importante

**Usualmente, quantas vezes por semana você faz refeições fora de casa? (Considere apenas almoço ou jantar)**

Todos os dias

De 4 a 6 dias

De 2 a 3 dias

Apenas 1 dia

Não como fora de casa

**Usualmente, quantas vezes por semana você consome proteínas de origem animal?**

Todos os dias

De 4 a 6 dias

De 2 a 3 dias

Apenas 1 dia

Não consumo

**Usualmente, quantas vezes por semana você consome proteínas de origem vegetal?**

Todos os dias

De 4 a 6 dias

De 2 a 3 dias

Apenas 1 dia

Não consumo

**Você consome algum suplemento à base de proteínas?**

Sim

Não

**Caso consuma suplementos proteicos, a indicação foi de:**

Educador físico

Farmacêutico

Fisioterapeuta

Médico

Nutricionista

Outro profissional de saúde

Autoindicação

**Usualmente, quantas vezes por semana costuma consumir lanches fora de casa?**

Todos os dias

De 4 a 6 dias

De 2 a 3 dias

Apenas 1 dia

Não consumo

**Usualmente, quais desses lanches costuma consumir?**

Barras de cereais

Biscoitos doces

Biscoitos salgados

Bolos

Castanhas, amêndoas

Frutas frescas

Frutas secas

Legumes

Sanduíches

Salgadinhos, batatas fritas de pacote, etc.

Torradas

Outros\_\_\_\_\_

**Usualmente, com que frequência costuma consumir biscoitos?**

Toda semana

A cada 15 dias

1 vez por mês

Não consumo

Outro\_\_\_\_\_

**Considero que biscoitos podem contribuir para lanches saudáveis fora de casa**

Discordo 1 a 5 Concordo

**PARTE IV – INTENÇÃO DE COMPRA**

**Você prefere**

Biscoitos doces

Biscoitos salgados

**Com que frequência você consome biscoitos tipo *cookies*.**

Nunca

Raramente

Às vezes

Muitas vezes

Sempre

**O que motivaria você a comprar um biscoito tipo *cookie***

Aroma

Bom preço

Crocância

Embalagem

Marca

Sabor

Ser saudável

Ser um produto diferenciado/selecionado

**Usualmente, tem preferência por um tipo de sabor?**

baunilha

chocolate

morango

queijo

ervas finas

cebola e salsa

manteiga

Ter proteínas

**Comparia biscoitos tipo cookies:**

Com apelo saudável e funcional

Com apelo de ingredientes da biodiversidade brasileira

Com apelo vegano

Com apelo de ser rico em proteínas

Com apelo de ser rico em proteínas vegetais

Com apelo de ser rico em fibras

Com apelo integral

Não compraria biscoito tipo cookies.

**Estaria disposto(a) a pagar mais por biscoitos cookies:**

Com apelo saudável e funcional

Com apelo de ingredientes da biodiversidade brasileira/PANC

Com apelo vegano

Com apelo de ser rico em proteínas

Com apelo de ser rico em proteínas vegetais

Com apelo de ser rico em fibras

Com apelo integral

Não estou disposto a pagar mais.

**Onde você esperaria encontrar/comprar biscoitos cookies com ingredientes funcionais?**

Lojas especializadas em cookies

Feiras livres

Internet

Lojas de produtos naturais

Mercadinhos de bairro

Supermercados

Lojas de academias

Farmácias e drogarias

Cafeterias e docerias

Outro\_\_\_\_\_

Para você, a cor para uma embalagem de biscoito cookie com apelo saudável deve ser:

Azul

Amarelo

Branco

Bege

Cinza

Dourado

Laranja

Marrom

Prata

Preto

Roxo

Rosa

Transparente

Verde

Vermelho

Quanto você pagaria por um pacote de 100g contendo 5 biscoitos tipo cookie com apelo saudável?

R\$2,00 a R\$4,00

R\$4,00 a R\$6,00

R\$6,00 a R\$8,00

R\$8,00 a R\$10,00

R\$10,00 a R\$12,00

R\$12,00 a R\$14,00

Acima de R\$14,00

Não estou disposto(a) a pagar

**Agradecemos a sua participação nessa pesquisa.**

**Atenciosamente, a equipe de pesquisadores.**

## APÊNDICE C – ROTEIRO GRUPO FOCAL



### UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ROTEIRO GRUPO FOCAL

**Observações sobre o grupo focal para leitura da equipe aplicadora:** Manter um ambiente amigável e de respeito para que os participantes se sintam à vontade para compartilhar suas opiniões sinceras. Isso deve ser explicado a cada um antecipadamente.

**Objetivo:** Identificar características relevantes de uma farinha enriquecida com PANC e de um biscoito tipo “cookies” feito essa farinha, bem como discutir conceitos do produto e atributos importantes da embalagem.

**Participantes:**

- a) Quantidade: 8-10 consumidores regulares de biscoitos e produtos alimentícios em geral.
- b) Participantes de diferentes idades, gêneros e hábitos alimentares - garantir uma amostra representativa.

**Duração:** Aproximadamente 2 horas.

**Local:**

- a) Uma sala tranquila, com boa iluminação.
- b) Dispor de uma mesa e cadeiras para os participantes.
- c) Equipamento de gravação de áudio e vídeo (com consentimento dos participantes).

**Equipe:**

- a) Um moderador, responsável por conduzir a discussão e manter o grupo focal focado.
- b) Um observador (ou mais), que irá observar e fazer anotações sem participar ativamente da discussão.

**Material de apoio:**

- a) Amostras de farinha enriquecida com PANC e dos biscoitos cookies feitos com farinha enriquecida com PANC.
- b) Diferentes embalagens (protótipos) dos produtos.
- c) Questionário prévio para coletar informações demográficas dos participantes.

### Roteiro Norteador Utilizado

**Introdução (10 minutos):**

1. Boas-vindas e agradecimento por participar.
2. Explicação dos objetivos da discussão.
3. Consentimento para gravação de áudio e vídeo, se aplicável (entregar os termos para assinatura)



4. Após todos terem assinado o consentimento para gravação de áudio e vídeo, ligar o gravador.

**Apresentação dos Ingredientes e do Produto (15 minutos):**

- a) Apresentação das amostras das Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC): Ora-pro-nóbis e Junça.
- b) Apresentação da farinha enriquecida com PANC.
- c) Apresentação das amostras de biscoitos cookies feitos com farinha enriquecida com PANC.
- d) Degustação das amostras de biscoitos cookies feitos com farinha enriquecida com PANC pelos participantes.
- e) Discussão geral sobre textura, aroma e aparência da farinha com PANC;
- f) Discussão geral sobre sabor, textura, aroma e aparência dos biscoitos com PANC.

**Discussão sobre o Produto (30 minutos):**

- a) Perguntas sobre a aceitação dos biscoitos:
  - ✓ Qual é a sua opinião geral sobre a farinha e os biscoitos cookies com farinha enriquecida com as PANC Ora-pro-nóbis e Junça.
  - ✓ Gostaria de comprar esses produtos? Por quê?

**Discussão sobre Ingredientes (15 minutos):**

- a) Perguntas sobre os ingredientes, a nutrição e a saudabilidade do produto:
  - ✓ O que você pensa sobre o uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) na fabricação desses produtos?
  - ✓ Você considera esses produtos saudáveis? Por quê?

**Discussão sobre Embalagem (15 minutos):**

- a) Apresentação das diferentes embalagens (protótipos) (farinha e biscoito) e perguntas relacionadas:
  - ✓ Qual embalagem chama mais a sua atenção? Por quê?
  - ✓ Que informações você considera essenciais na embalagem?

**Feedback sobre os Produtos (15 minutos):**

- a) Perguntas finais sobre melhorias desejadas e sugestões para os produtos (farinha e biscoitos).

**Conclusão (10 minutos):**

Agradecimento aos participantes e esclarecimento de dúvidas.  
Não haverá fornecimento de compensação.

**Encerramento:**

Reunião entre a equipe para análise das anotações e gravações.

**APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO GRUPO FOCAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO GRUPO FOCAL**  
(A ser respondido antes do grupo focal)

Nome (opcional):

Idade:

Gênero:

Ocupação:

Estado civil:

Local de residência:

Nível de escolaridade:

Renda familiar mensal:

Há quanto tempo consome biscoitos ou produtos alimentícios similares?

Com que frequência consome biscoitos ou produtos alimentícios similares? (diariamente, semanalmente, mensalmente, raramente)

Você tem alguma restrição alimentar (por exemplo, vegetarianismo, veganismo, alergias)?

Você tem experiência prévia com produtos alimentícios feitos com Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC)? Se sim, por favor, compartilhe sua experiência.

Com que frequência consome produtos enriquecidos com ingredientes naturais ou saudáveis?

Você costuma considerar fatores de saúde ao escolher alimentos? Se sim, quais são esses fatores?

Qual é a sua opinião geral sobre produtos alimentícios que promovem ingredientes saudáveis e sustentáveis?

Você está disposto a comprar produtos alimentícios que sejam inovadores e saudáveis, mesmo que sejam mais caros do que os produtos convencionais?

Você tem alguma experiência anterior em participar de grupos focais ou pesquisas de mercado? Se sim, por favor, compartilhe sua experiência.

Há alguma informação adicional que você gostaria de compartilhar conosco antes do grupo focal?

## APÊNDICE E – FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM E VOZ



### UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

#### FORMULÁRIO DE AUTORIZAÇÃO PARA USO DE IMAGEM E VOZ

**Orientação:** Este formulário deve ser impresso em duas vias, uma das quais será entregue ao participante para seu registro pessoal. É importante garantir que o participante compreenda completamente os termos e condições da autorização antes de assiná-lo.

Eu, \_\_\_\_\_, inscrito(a)  
sob o RG nº \_\_\_\_\_ e CPF nº \_\_\_\_\_, declaro que participei voluntariamente do  
grupo \_\_\_\_\_ focal \_\_\_\_\_ intitulado  
" \_\_\_\_\_ "

conduzido pelo(a) pesquisador(a) \_\_\_\_\_ em  
\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ no local \_\_\_\_\_, para  
fins de pesquisa científica já autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade  
Federal do Ceará - N° CAAE Plataforma Brasil de Ética em  
Pesquisa \_\_\_\_\_. Neste contexto, dou meu consentimento para o  
uso da minha imagem e voz nos registros audiovisuais obtidos durante o grupo focal, de  
acordo com os seguintes termos e condições:

1. Finalidade da Autorização: Autorizo o uso da minha imagem e voz exclusivamente para fins de pesquisa científica. Entendo que esses registros podem ser usados na análise e documentação do estudo relacionado ao grupo focal mencionado.
2. Confidencialidade: Concordo que minha imagem e voz não serão divulgadas em nenhum meio, mídia ou plataforma, além daquelas estritamente relacionadas à pesquisa científica conduzida pelo pesquisador responsável. Nenhum dado pessoal será divulgado juntamente com minha imagem ou voz.
3. Direitos do Participante: Compreendo que esta autorização é voluntária e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso afete minha participação no grupo focal ou quaisquer direitos a que eu tenha direito.
4. Duração da Autorização: Esta autorização é válida por tempo indeterminado, a partir da data de assinatura, a menos que eu a revogue por escrito.
5. Direitos Autorais: Entendo que qualquer material criado com base nos registros de imagem e voz, para fins de publicação ou apresentação, deve ser realizado de forma ética e em conformidade com os padrões de pesquisa acadêmica.
6. Garantias e Indenização: Declaro que sou maior de idade, plenamente capaz e detentor de todos os direitos necessários para conceder esta autorização. Concordo em isentar o

pesquisador, instituição e qualquer outra parte relacionada ao estudo, de qualquer responsabilidade em relação a este uso autorizado.

7. Assinatura do Participante:

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante  
Cidade/Estado \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## ANEXO A – CADASTRO SISGEN



Ministério do Meio Ambiente  
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO  
Cadastro de Acesso Nº A1CB4B7

Tipo de Usuário:	INDEPENDENTE
Responsável pelo cadastro:	69115206300
Objeto do Acesso:	Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado
O acesso foi realizado antes de 17/11/2015 ou obteve autorização de acesso antes de 17/11/2015?	Não, sem solicitação de autorização em tramitação
Finalidade do Acesso:	Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico
Estas atividades são baseadas em acesso realizado anteriormente?:	Não
Este cadastro está vinculado a cadastro anterior de remessa?	Não

### Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado

Título da Atividade:	UTILIZAÇÃO TECNOLÓGICA DAS PANC ORA-PRO-NÓBIS (Peireskia aculeata MILL.) E JUNÇA (Cyperus esculentus L.) NO DESENVOLVIMENTO DE BISCOITOS TIPO COOKIE
Título da Atividade em inglês:	
Resumo da atividade (incluindo objetivos e resultados esperados ou obtidos, conforme o caso)	
Resumo não sigiloso da Atividade em Inglês	This is an experimental research whose objective is to investigate the application of PANC in the technological development of cookies, with a view to the elaboration of an economically viable, healthy, safe and sensorially acceptable product from the use of Brazilian biodiversity.
Palavra(s)-chave:	Fitoalimurgia, PANC, Cookie
Palavra(s)-chave em inglês:	Phytoalimurgia, PANC, Cookie
Setor de Aplicação	
Seção:	INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
Divisão:	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS
Grupo:	Fabricação de outros produtos alimentícios
Classe:	Fabricação de biscoitos e bolachas
Subclasse:	Fabricação de biscoitos e bolachas

## ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
CEARÁ PROPESQ - UFC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ANÁLISE SENSORIAL E ANÁLISE DE INTENÇÃO DE COMPRA DE BISCOITO TIPO COOKIE COM APELO SAUDÁVEL

**Pesquisador:** Kellen Miranda Sá

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 63574922.2.0000.5054

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.911.910

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto do Departamento de Engenharia de Alimentos coordenado pela professora Dra. Dorasilvia Ferreira Pontes. Este consiste num estudo experimental descritivo, de cunho qualitativo e quantitativo realizado em duas etapas: análise sensorial e análise de intenção de compra. A atividade de acesso ao Patrimônio Genético/CTA, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos sob o N° A1CB4B7. O locus da pesquisa é a cidade de Fortaleza, Ceará. A população alvo da pesquisa é constituída por indivíduos de ambos os sexos, residentes na cidade de Fortaleza, Ceará e maiores de 18 anos. Na etapa análise sensorial, 60 voluntários (provadores não-treinados), presencialmente, responderão um questionário contendo questões relacionadas ao consumo de biscoitos e biscoitos tipo cookies, participando em seguida de uma sessão de análise sensorial onde serão oferecidas 6 porções de biscoitos tipo cookies, sendo as formulações preparadas por modificações a partir da formulação padrão de sugar-snap-cookie, método 10-50D da (AACC, 1995) com o acréscimo de ingredientes funcionais e agentes corretores de sabor. As amostras serão dispostas em recipientes plásticos brancos, codificados aleatoriamente com números de três dígitos. Aos julgadores será disponibilizada água mineral à temperatura ambiente (25°C) e a ficha de análise e aceitação de compra. A análise será feita em blocos completos, onde cada julgador receberá uma amostra de cada formulação, totalizando seis. Para a ficha de aceitabilidade se utilizará a escala hedônica de 9 pontos, variando entre "gostei muitíssimo" e "desgostei muitíssimo" contendo um ponto

**Endereço:** Rua Cel. Nunes de Melo, 1000

**Bairro:** Rodolfo Teófilo

**UF:** CE

**Município:** FORTALEZA

**Telefone:** (85)3366-8344

**CEP:** 60.430-275

**E-mail:** comepe@ufc.br



## ANEXO C – PRINT ARTIGO CIENTÍFICO PUBLICADO TECHNOLOGY PROSPECTION OF ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Mill.): A NON- CONVENTIONAL FOOD PLANT

Recent Pat Biotechnol. 2024;18(2):144-151. doi: 10.2174/1872208317666230502101802.

### Technology Prospection of Ora-pro-Nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): A Non-conventional Food Plant

Kellen Miranda Sá <sup>1 2</sup>, Igor Lima Soares <sup>3</sup>, Marcos Venânces de Souza Leão <sup>1</sup>,  
Maria Izabel Carneiro-Ferreira <sup>1</sup>, Patrícia Georgina Garcia do Nascimento <sup>2</sup>,  
Claudilane Martins Pontes <sup>1</sup>, Alane Maia da Hora <sup>2</sup>, Lucas Pontes Leal <sup>2</sup>, Maria Nilka de Oliveira <sup>1</sup>,  
Mary Anne Medeiros Bandeira <sup>2 4</sup>, Dorasilvia Ferreira Pontes <sup>1</sup>

Affiliations

PMID: 37138429 DOI: 10.2174/1872208317666230502101802

#### Abstract

**Background:** The ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) is a plant from Brazilian biodiversity used for food and medicinal purposes. It has ample technological potential, however, it is still underutilized, being classified as a Non-Conventional Food Plant (PANC). Prospective studies in intellectual property banks make it possible to expand perspectives for scientific research, enhancing the generation of new products.

**Objective:** Evaluate the patents of products containing *Pereskia aculeata* Mill. for the areas of food and health in intellectual property databases.

**Methods:** The study was conducted through structured prospective investigation (collection, processing and analysis) in 4 patent databases: National Institute of Intellectual Property (INPI) - Brazil, United States Patent and Trademark Office, World Trade Organization Intellectual Property (WIPO) and Espacenet.

**Results:** The evaluation showed a reduced number of registered patents. In general, 8 patent applications were examined, of which 7 are directly associated with the species (and its derivatives) and 1 is related to a device specially designed for harvesting leaves/fruits and removing thorns. The focus of the patents was the use of the species in the food, pharmaceutical and biotechnological areas, with emphasis on the use of the leaves in the extraction of mucilage and proteins.

**Conclusion:** This study showed that *Pereskia aculeata* Mill. is a technologically promising plant, because of its nutritional and medicinal composition, and it is important to encourage innovation and the development of new products with the species.

**Keywords:** *Pereskia aculeata*; food biotechnology; innovation; intellectual property; patent indicators; patents.

Copyright© Bentham Science Publishers; For any queries, please email at epub@benthamscience.net.

PubMed Disclaimer

## ANEXO D – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO ARTIGO CONSUMO CONSCIENTE DE ALIMENTOS, SAÚDE E SUSTENTABILIDADE EM TEMPOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL

**Cadernos de Saúde Pública**

← Voltar para Fluxo editorial

1202/25

**Consumo consciente de alimentos, saúde e sustentabilidade em tempos de mudanças climáticas no Brasil**

Kellen Miranda Sá; Igor Lima Soares; Willams Alves da Silva; Afonso Leoncio Saraiva-Júnior; Maria Izabel Carneiro Ferreira; Maria Nilka de Oliveira; Mary Anne Medeiros Bandeira; Dorasilvia Ferreira Pontes (Autor)

[Biblioteca da Submissão](#)

Fluxo de Trabalho **Publicação**

Submissão **Avaliação** Edição de Texto Editoração

**Arquivos da Submissão**

71575 19 June 2025 Corpo do Texto

CONSUMO\_CONSCIENTE\_DE\_ALIMENTOS\_SAÚDE\_E\_SUSTENTABILIDADE\_EM\_TEMPOS\_DE\_MUDANÇAS\_CLIMÁTICAS\_NO\_BRASIL.docx\_csp\_1202\_25\_V1.docx

[Baixar Todos os Arquivos](#)

19/06/2025, 23:10

Yahoo Mail - [CSP] Confirmação de coautoria - CSP 1202/25

### [CSP] Confirmação de coautoria - CSP 1202/25

De: cadernos@fiocruz.br (cadernos@fiocruz.br)

Para: kellenmiranda@ufc.br; willamsalvesdasilva@gmail.com; afonsoleonciosj@outlook.com; izacouto@live.com; nilka@ufc.br; mambandeira@yahoo.com.br; dora@ufc.br

Cc: cadernos@fiocruz.br

Data: quinta-feira, 19 de junho de 2025 às 23:08 BRT

Prezado(a) Dr(a). Kellen Miranda Sá; Willams Alves da Silva; Afonso Leoncio Saraiva-Júnior; Maria Izabel Carneiro Ferreira; Maria Nilka de Oliveira; Mary Anne Medeiros Bandeira; Dorasilvia Ferreira Pontes,

O artigo (1202/25) intitulado "Consumo consciente de alimentos, saúde e sustentabilidade em tempos de mudanças climáticas no Brasil" foi submetido pelo Dr(a). Igor Lima Soares no periódico Cadernos de Saúde Pública (CSP), e o(a) Sr(a). foi incluído(a) como autor(a) do artigo.

Em caso de dúvidas, envie suas questões para o nosso e-mail, utilizando sempre o ID do manuscrito informado acima.

Agradecemos por considerar CSP para a submissão do seu manuscrito.

Atenciosamente,

Secretaria de CSP



## ANEXO E – DECLARAÇÃO

### DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins, que realizei a revisão da tese de **Kellen Miranda Sá**, intitulada **Fitoalimurgia e sustentabilidade: potencial tecnológico e alimentício das Plantas Alimentícias Não Convencionais *Pereskia aculeata* Mill. e *Cyperus esculentus* L.** cultivadas no Ceará, de acordo com as normas de Informação e Documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e os Guias de Normalização da Universidade Federal do Ceará.

Caucaia, 7 de maio de 2025.

 Documento assinado digitalmente  
ISABELA DA ROCHA NASCIMENTO  
Data: 07/06/2025 18:56:36-0300  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Isabela da Rocha Nascimento  
Bibliotecária