

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
(AGROECOLOGIA)**

**FARINHAS DE ORA-PRO-NÓBIS: APLICAÇÃO EM MASSAS ALIMENTÍCIAS  
E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE SECAGEM**

**ISMAIARA RODRIGUES BERTO**

**BANANEIRAS-PB**

**2023**

ISMAIARA RODRIGUES BERTO

**FARINHAS DE ORA-PRO-NÓBIS: APLICAÇÃO EM MASSAS  
ALIMENTÍCIAS E AVALIAÇÃO DO EFEITO DE SECAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia)

**Área de concentração:** Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

**Comitê de orientação:**

Prof. Dr. Emmanuel Moreira Pereira

Profa. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti

Profa. Dra. Inacia dos Santos Moreira

Dra. Thayse Cavalcante da Rocha

**BANANEIRAS–PB**

**2023**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

N799f Berto, Ismaiara Rodrigues.

Farinhas de ora-pro-nóbis: aplicação em massas alimentícias e avaliação do efeito de secagem / Ismaiara Rodrigues Berto. - Bananeiras, 2023.  
75 f.

Orientação: Emmanuel Moreira Pereira.

Coorientação: Inacia dos Santos Moreira, Thayse Cavalcante da Rocha, Mônica Tejo Cavalcanti.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Cactaceae. 2. Qualidade nutricional. 3. Massa alimentícia. I. Pereira, Emmanuel Moreira. II. Moreira, Inacia dos Santos. III. Rocha, Thayse Cavalcante da. IV. Cavalcanti, Mônica Tejo. V. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

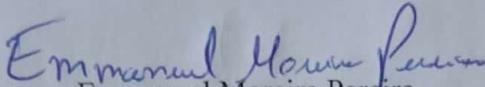
CDU 664.641(043)

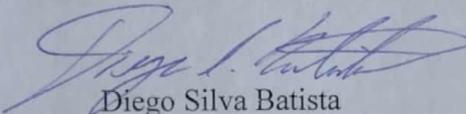
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS (AGROECOLOGIA)

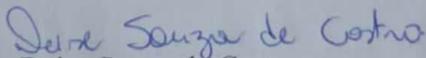
FARINHAS DE ORA-PRO-NÓBIS: APLICAÇÃO EM MASSAS ALIMENTÍCIAS E  
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE SECAGEM

Ismaiara Rodrigues Berto

Dissertação apresentada à banca examinadora formada pelos seguintes especialistas.

  
Emmanuel Moreira Pereira  
(orientador/UFPB)

  
Diego Silva Batista  
(membro interno/PPGCAG/UFPB)

  
Deise Souza de Castro  
(membro externo à Instituição/UEPB)

Luan Pereira de Oliveira  
(membro externo à Instituição/UGA)

Aprovado em 31 de outubro de 2023.

## AGRADECIMENTOS

A Deus por toda providência concedida ao longo da minha trajetória. A Ele toda honra e toda glória.

A minha família que sempre está na base de apoio e fortalecimento. Em especial, aos meus pais Maria e Francisco, pessoas simples, agricultores, de grande caráter e honestidade. E a minha vó Marli, que além de avó é uma mãe para mim e tanto contribuiu nas fases finais com seu apoio. Com eles aprendi os valores que formam um ser humano.

Ao meu filhinho João Lucas que esteve comigo compartilhando de todas as emoções e se tornou o combustível para o término desta fase.

Aos meus seis irmãos: Ismael, Francisca, Ismaiane, Natanael, Francimaria e José. Pessoas incríveis e admiráveis que estão sempre presentes em minha vida.

A José Diêgo pela ajuda e apoio, e as minhas amigas, em especial, Girlene, Dinara e Bianca e a toda minha família pelo incentivo e apoio.

Ao meu orientador Prof. Dr. Emmanuel Moreira Pereira por toda contribuição, apoio e compreensão desde o primeiro dia de orientação.

As minhas coorientadoras, Dra. Inacia dos Santos Moreira, Dra. Mônica Tejo Cavalcanti e Dra. Thayse Cavalcante da Rocha, que foram fundamentais para realização da pesquisa, por todo apoio e orientação.

Aos meus professores do mestrado que desde o início contribuíram significativamente na minha trajetória, por toda compreensão e empatia.

Aos meus colegas de turma 2021.2 pela partilha deste sonho e todas as vivências. Pelo apoio direto ou indiretamente nessa vivência.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) e seus servidores por toda atenção e oportunidade.

## RESUMO GERAL

O mercado de alimentos tem buscado inovar para atender as demandas da população. Produtos à base de vegetais são altamente explorados diante de sua composição nutricional. Nesse sentido, é importante a diversificação de cultivos com novas alternativas, para reduzir o impacto negativo causado no ambiente. As cactáceas do gênero *Pereskia* são plantas alimentícias não convencionais (PANCs) de propriedades nutricionais relevantes, em especial, *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*, mais conhecidas como ora-pro-nóbis. Além do alto valor nutricional, as ora-pro-nóbis apresentam capacidade antioxidante significativa pela composição fitoquímica, a qual as atribuem utilização nutracêutica e produção de fármacos. As folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* têm digestibilidade em torno de 85%, além disso, as proteínas apresentam composição diversa de aminoácidos essenciais. As farinhas de ora-pro-nóbis têm sido usadas na formulação de produtos alimentícios, contribuindo para a complementação de teores de proteínas, minerais, fibras e compostos antioxidantes. Desse modo, buscou-se a produção de massas alimentícias do tipo macarrão, um produto tradicional, acessível e prático que tem composição rica em carboidratos e concentrações, porém deixa a desejar em termos de quantidade proteica. Diante disto, objetivou-se avaliar o potencial tecnológico da farinha de ora-pro-nóbis aplicada à massa alimentícia macarrão tipo espaguete e avaliar o efeito de secagem das farinhas. As farinhas foram obtidas pela secagem das folhas de 2 espécies diferentes, em temperatura de 60 °C. Posteriormente, as farinhas foram avaliadas quanto aos parâmetros nutricionais, físicos e químicos. Foram elaboradas 5 formulações com 0, 1, 3, 5 e 7% de farinha de ora-pro-nóbis aplicadas ao macarrão. Após a elaboração foram realizadas análises físico-químicas e de cozimento. As farinhas de ora-pro-nóbis apresentam qualidade nutricional, físico-química adequada e segura para consumo, com teores elevados de proteínas, minerais, compostos fitoquímicos e baixo teor de umidade. O potencial das farinhas aplicadas ao macarrão aumentou o teor de proteínas, fibras, cinzas e lipídios das amostras, principalmente as farinhas de *Pereskia aculeata*. A ora-pro-nóbis apresenta potencial para complementação nutricional, com teores elevados de nutrientes e suas propriedades possibilitam o consumo *in natura*, na forma de farinhas ou na formulação de novos produtos, de maneira segura e de qualidade.

**Palavras-chave:** Cactaceae. Hortaliças não convencionais. Qualidade nutricional. Massa alimentícia.

## GENERAL SUMMARY

The food market has sought to innovate to meet the demands of the population. Vegetable-based products are highly exploited due to their nutritional composition. In this sense, it is important to diversify crops with new alternatives in order to reduce the negative impact on the environment. The cacti of the *Pereskia* genus are unconventional food plants (PANCS) with significant nutritional properties, especially *Pereskia aculeata* and *Pereskia grandifolia*, better known as ora-pro-nóbis. In addition to their high nutritional value, ora-pro-nóbis have significant antioxidant capacity due to their phytochemical composition, which attributes them to nutraceutical use and the production of drugs. The leaves of *P. aculeata* and *P. grandifolia* have a digestibility of around 85%, and the proteins have a diverse composition of essential amino acids. Ora-pro-nóbis flours have been used in the formulation of food products, helping to supplement protein, mineral, fiber and antioxidant compound content. The aim was to produce pasta, a traditional, accessible and practical product that is rich in carbohydrates and concentrations, but lacks in terms of protein. With this in mind, the aim was to evaluate the technological potential of ora-pro-nobis flour applied to spaghetti noodles and to assess the effect of drying the flours. The flours were obtained by drying the leaves of two different species at a temperature of 60 °C. The flours were then assessed for nutritional, physical and chemical parameters. Five formulations were made with 0, 1, 3, 5 and 7% ora-pro-nobis flour applied to noodles. After preparation, physicochemical and cooking analyses were carried out. The ora-pro-nobis flours have adequate nutritional and physico-chemical quality and are safe for consumption, with high levels of protein, minerals, phytochemical compounds and low moisture content. The potential of the flours applied to noodles increased the protein, fiber, ash and lipids content of the samples, especially the *Pereskia aculeata* flours. The ora-pro-nóbis has potential for nutritional supplementation, with high nutrient contents and properties that allow it to be consumed in natura, in the form of flours or in the formulation of new products, in a safe and quality manner.

**Keywords:** Cactaceae. Non-conventional vegetables. Nutritional quality. Pasta.

## LISTA DE TABELAS

<b>CAPÍTULO 2: QUALIDADE DE FARINHAS DE ORA-PRO-NOBIS PRODUZIDAS POR SECAGEM CONVECTIVA</b>	
<b>Tabela 1.</b> Comparação de porcentagem de teores físico-químicos nas folhas <i>in natura</i> e farinha entre as ora-pro-nóbis.....	36
<b>Tabela 2.</b> Comparação de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante nas folhas <i>in natura</i> e farinhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	39
<b>Tabela 3.</b> Atividade citotóxica das farinhas de ora-pro-nóbis.....	40
<b>Tabela 4.</b> Avaliação dos parâmetros físicos das farinhas das folhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	41
<b>Tabela 5.</b> Composição mineral da farinha de folhas de ora-pro-nobis (mg/Kg).....	42
<b>Tabela 6.</b> Dados obtidos das curvas de TGA e DTG para as amostras de farinhas de ora-pro-nóbis.....	43
<b>CAPÍTULO 3: ELABORAÇÃO DE MACARRÃO TIPO ESPAGUETE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE PERESKIA SPP.</b>	
<b>Tabela 1.</b> Formulações das massas alimentícias com adição de farinha convencional e adição de farinha de ora-pro-nóbis.....	55
<b>Tabela 2.</b> Médias em porcentagem das análises físico-químicas nas formulações de macarrão com diferentes concentrações de farinhas de ora-pro-nóbis.....	57
<b>Tabela 3.</b> Médias em porcentagem das análises de FDN, FDA e carboidratos nas formulações de macarrão com diferentes concentrações de farinhas de ora-pro-nóbis.....	59
<b>Tabela 4.</b> Valores encontrados para os parâmetros avaliados.....	60

## LISTA DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS</b>	
<b>Figura 1.</b> Espécies de <i>Pereskia</i> : (A) <i>Pereskia aculeata</i> Mill e (B) Folhas e flor de <i>Pereskia aculeata</i> Mill (Foto: Dijalma Barbosa da Silva); (C) Folhas e flores de <i>Pereskia grandifolia</i> Haw (Foto: Gilmar de Oliveira).....	15
<b>Figura 2.</b> Constituição geral de uma extrusora. (A) Extrusora de rosca simples (B) Extrusora de rosca dupla (C) Tipos de aberturas de matriz (D) Rosca rotativa paralela e oposta. (Fonte: DALBHAGAT et al., 2019).....	20
<b>CAPÍTULO 2: QUALIDADE DE FARINHAS DE ORA-PRO-NOBIS PRODUZIDAS POR SECAGEM CONVECTIVA</b>	
<b>Figura 1.</b> Curva termogravimétrica das farinhas de <i>Pereskia aculeata</i> .....	44
<b>Figura 2.</b> Curva termogravimétrica das farinhas de <i>Pereskia grandifolia</i> .....	45
<b>Figura 3.</b> Micrografias por microscópio eletrônico de varredura (MEV) das farinhas: (A) <i>Pereskia aculeata</i> com ampliação de 100 x; (B) <i>Pereskia aculeata</i> com ampliação de 500 x; (C) <i>Pereskia aculeata</i> com ampliação de 1000 x.....	47
<b>Figura 4.</b> Micrografias por microscópio eletrônico de varredura (MEV) das farinhas de <i>P. grandifolia</i> : (A) <i>Pereskia grandifolia</i> com ampliação de 100 x; (B) <i>Pereskia grandifolia</i> com ampliação de 500 x; (C) <i>Pereskia grandifolia</i> com ampliação de 1000 x; (D) <i>Pereskia grandifolia</i> com ampliação de 2000 x.....	48
<b>CAPÍTULO 3: ELABORAÇÃO DE MACARRÃO TIPO ESPAGUETE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE PERESKIA spp.</b>	
<b>Figura 1.</b> Cilindragem da massa mista (A) e corte (B).....	56
<b>Figura 2.</b> Macarrão enriquecido com <i>P. aculeata</i> .....	60
<b>Figura 3.</b> Macarrão enriquecido com <i>P. grandifolia</i> .....	61

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo geral.....	12
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
2.1 PANCs.....	13
2.2 Ora-pro-nóbis.....	14
2.3 Secagem.....	17
2.4 Massas Alimentícias.....	18
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2: QUALIDADE DE FARINHAS DE ORA-PRO-NOBIS PRODUZIDAS POR SECAGEM CONVECTIVA.....</b>	<b>30</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>33</b>
2.1. Material Vegetal.....	33
2.2 Produção da Farinha.....	33
2.3 Caracterização da <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> in natura e farinhas.....	34
2.3.1 Análises físico-químicas das folhas e farinhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	34
2.3.2 Determinação dos compostos fenólicos totais, antioxidantes e análise toxicológica das folhas e farinhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	34
2.3.2.1 Análise toxicológica.....	35
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>37</b>
3.1 Análises físico-químicas da <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> in natura e das farinhas.....	37
3.1.1 Determinação dos compostos fenólicos totais, antioxidantes e análise toxicológica das folhas e farinhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	40
3.1.1.1 Análise toxicológica.....	41
3.2 Análises físicas das farinhas de <i>P. aculeata</i> e <i>P. grandifolia</i> .....	42
3.3 Análises dos teores de minerais das farinhas de ora-pro-nóbis.....	43
3.4 Análise Termogravimétrica (TGA) e Termogravimetria Derivada (DTG).....	44
3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	46
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO 3: ELABORAÇÃO DE MACARRÃO TIPO ESPAGUETE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE PERESKIA spp.....</b>	<b>53</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
2.1 Material.....	56
2.2 Métodos.....	56
2.3 Caracterização das massas tipo espaguete.....	58
2.3.1 Análises físico-químicas.....	58

2.3.2 Análises colorimétricas.....	58
2.3.3 Análise de Tempo Ótimo de Cozimento (TOC).....	58
2.4 Análise Estatística.....	59
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>59</b>
3.1 Caracterização das massas tipo espaguete.....	59
3.1.1 Análises físico-químicas.....	59
3.1.2 Análises colorimétricas.....	61
3.3.3 Análise de Tempo Ótimo de Cozimento (TOC).....	63
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>67</b>

## CAPÍTULO 1: CONSIDERAÇÕES GERAIS

### 1. INTRODUÇÃO

O aumento de pesquisas voltadas a alternativas que podem trazer benefícios à saúde humana vem possibilitando o conhecimento e o interesse pelo estudo do potencial de espécies vegetais consideradas como não convencionais na alimentação. A acessibilidade a dietas saudáveis apresenta dificuldades, dentre elas, as desigualdades e o aumento dos preços dos alimentos, acarretando ainda mais na insegurança alimentar (FAO et al., 2023). As plantas alimentícias não convencionais (PANCs) podem ser aproveitadas e utilizadas na preparação de produtos que visem qualidade nutricional e acessibilidade. As PANCs apresentam expressividade quanto ao teor de nutrientes, de vitaminas e de compostos antioxidantes (MILIÃO et al., 2022).

A utilização de PANCs na alimentação humana apresenta vantagens na complementação de receitas, elaboração de produtos e na substituição de ingredientes convencionais. Algumas dessas espécies possuem partes comestíveis e podem ser consumidas *in natura*. O fortalecimento da gastronomia regional é um meio de valorização de PANCs no consumo alimentar (GORDIANO et al., 2022).

As cactáceas compõem um grupo botânico bem conhecido em paisagens do semiárido brasileiro, fazendo parte da rica biodiversidade encontrada no Brasil. Originária de regiões temperadas e tropicais do mundo (SANTOS et al., 2021), o papel destes vegetais exuberantes são inúmeros e possui variadas aplicações. No Brasil, possui destaque nas regiões Sudeste e Nordeste (ZAPPI e TAYLOR, 2023) e dentre os gêneros da família, *Pereskia* destaca-se como um grupo de grande potencial alimentício.

Os cactos *Pereskia aculeata* Miller e *Pereskia grandifolia* Haw, conhecidas no Brasil como ora-pro-nóbis (OPN), barbados groselha, carne vegetal ou lobrobó, pertencem ao gênero *Pereskia*. São PANCs de expressivo valor nutricional, compostos bioativos e fitoquímicos (MASSACATTO et al., 2022). As ora-pro-nóbis apresentam fácil cultivo e possuem adaptabilidade a ambientes com alto estado de alteração e perturbação (ARAÚJO, 2022).

As folhas de ora-pro-nóbis são de grande relevância nutricional com considerável quantidade de aminoácidos essenciais, incluindo a lisina e possuem digestibilidade em torno de 85% (LIMA JÚNIOR et al., 2013). Podem ser consumidas frescas e em diversas preparações culinárias como saladas e tortas, além disso, as folhas podem ser comercializadas na forma *in natura* ou desidratadas, como farinhas, encapsulados e suspensões (SANTOS e MENEGASSI, 2021; SOMMER, 2022). O aproveitamento desta cactácea e demais PANCs na alimentação

necessita ser feita de forma segura, sem riscos de toxicidades, validando a sua Segurança Alimentar (MOURA et al., 2021).

A elaboração de farinhas de ora-pro-nóbis para o enriquecimento nutricional de outras farinhas convencionais tem aumentado (LAVERDE JUNIOR et al., 2022). A secagem é muito comum na produção de pós pela técnica de desidratação, contribuindo no aumento da praticidade do uso do vegetal no setor alimentício. O mecanismo de secagem promove a retirada de água livre da matéria-prima quando é exposta ao calor sob temperatura controlada e concentra os seus componentes (MENEZES, 2018). As vantagens da secagem de produtos incluem a melhor segurança da qualidade do produto durante um período prolongado de armazenamento, a redução de tamanho e maior estabilidade química do produto, resultando em maior praticidade e mais opções de utilização em formulações de novos produtos (LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

Rocha et al. (2008) observaram ao adicionar 2,0% de ora-pro-nóbis desidratado à massa de macarrão tipo talharim que houve elevação dos teores de proteínas, fibras e cinzas em relação ao macarrão convencional. Além disso, a farinha obtida da ora-pro-nóbis pode ser usada na produção de pães, biscoitos tipo cookies, bolos e outros produtos, como um complemento nutricional, levando em consideração seus teores de proteínas, minerais e fibras (CAZAGRANDA et al., 2022).

A produção de farinhas de ora-pro-nóbis é uma forma de difundir as aplicações desta PANC na culinária e na fabricação de produtos, possibilitando complementação nutricional favorável que possa promover benefícios à saúde. Além de ser uma opção viável para consumo alimentício, fornece uma composição nutricional rica, com fonte protéica de qualidade e apresenta baixo custo (CAZAGRANDA et al., 2022). A praticidade das farinhas, o fácil cultivo e baixo custo da ora-pro-nóbis e as propriedades do macarrão tornam relevante que pesquisas sejam realizadas, a fim do melhoramento e qualidade nutricional dos produtos. Ao mesmo tempo, há grande necessidade do incentivo ao aproveitamento de PANCs, destacando-se a ora-pro-nóbis na alimentação, como uma alternativa que vise o fácil acesso, produção sustentável e que promova segurança alimentar. Além disso, ainda há poucos estudos no Brasil utilizando a *P. grandifolia* Haw.

Diante do exposto, este trabalho visa a produção, caracterização e aplicação de farinhas de ora-pro-nóbis (*P. aculeata* e *P. grandifolia*) na elaboração de massas alimentícias.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial tecnológico da farinha de ora-pro-nóbis aplicado em massas alimentícias e avaliar o efeito provocado pelo processo de secagem.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade físico-química, composição centesimal das folhas *in natura* de ora-pro-nobis;
- Obter farinhas de ora-pro-nobis pelo processo de secagem em estufa a 60 °C;
- Caracterizar as farinhas obtidas quanto aos parâmetros físicos, físico-químicos e composição centesimal;
- Analisar a estrutura das farinhas através da análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- Analisar as propriedades termogravimétricas (TGA);
- Aplicar as farinhas em massas alimentícias e caracterizar o produto elaborado quanto às propriedades físico-químicas, propriedade de cozimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PANCs

A procura por fontes nutricionais que tragam benefícios para uma saúde e alimentação equilibrada vem mostrando novas alternativas e resgatando outras pouco tradicionais, dentre essas opções, as plantas alimentícias não convencionais (PANCs). Estudos científicos, sociais e culturais têm contribuído para o conhecimento sobre este grupo de plantas, mostrando seu considerável potencial nutritivo e diversas formas de aproveitamento. Dentre as vantagens do consumo de PANCs na alimentação humana, destacam-se a facilidade de acesso, às diferentes maneiras de preparo e o baixo custo (JESUS et al., 2020).

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) estão representadas por espécies nativas, exóticas ou naturalizadas, cujas partes do vegetal são comestíveis (folhas, raízes, flores ou caules), no entanto, não são habitualmente consumidas na alimentação humana (SARTORI et al., 2020). Estas plantas não possuem cultivo comercial e tampouco uma cadeia produtiva estruturada (EMBRAPA, 2021), o que pode dificultar o conhecimento sobre as espécies e sua utilização, causando o não aproveitamento e o desinteresse.

Por vezes, algumas PANCs são vistas apenas como espécies daninhas, que necessitam ser retiradas para não invadir e competir com outras espécies de cultivo habitual. No entanto, na agricultura, áreas improdutivas podem ser povoadas por estas plantas, ajudando a aumentar a oferta de alimento durante todo o ano, mas para isso é importante o incentivo à produção e ao consumo (JESUS, et al., 2020).

Zacharias et al. (2021), destacam que o conhecimento científico, econômico e social tem valorizado a história de plantas alimentícias como, araruta, almeirão-roxo, azedinha, bertalha, cará-moela, maxixe-do-reino, capuchinha, mangarito, ora-pro-nóbis, fisális, peixinho, taioba e vinagreira e outras, que apesar do uso, acabaram no anonimato. Além do alto teor de nutrientes, estas espécies e outras PANCs podem apresentar compostos ativos com capacidade antioxidante, bem como minerais e fibras (COSTA et al., 2023).

De acordo com Gordiano et al. (2022), o fortalecimento da gastronomia regional é um importante aliado no resgate do conhecimento sobre as PANCs, possibilitando a disseminação de receitas e ingredientes por *chefs* renomados. No grupo das PANCs, as hortaliças apresentam forte regionalidade (ZACHARIAS et al., 2021) e dentre elas, vale ressaltar a ora-pro-nóbis, uma cactácea com altos índices nutricionais (LAVERDE JUNIOR et al., 2022). A ora-pro-nóbis (*Pereskia grandifolia* Haw.) apresenta propriedades biológicas significantes, levando a seu aproveitamento no desenvolvimento de produtos como, por exemplo, a utilização de suas folhas para produção de farinha (LAVERDE JUNIOR et al., 2022).

As espécies conhecidas por ora-pro-nóbis no Brasil são fontes de proteínas de alto valor biológico e de boa digestibilidade, com potencial para serem usadas na suplementação nutricional, tornando-se uma opção importante para o público vegano (MILIÃO et al., 2022). É importante o conhecimento sobre o perfil nutricional, rendimento e fitoquímico das plantas não convencionais (PANCs) e assim determinar sua rentabilidade e Segurança Alimentar (MOURA et al., 2021).

## 2.2 Ora-pro-nóbis

A família Cactaceae agrupa espécies de grande importância para a diversidade florística mundial e tem o Brasil como o terceiro maior centro de diversidade das cactáceas do mundo (ZAPPI et al., 2011). A presença de adaptações e do metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) permitem a sobrevivência em ambientes áridos (SILVA et al., 2023). Além da importância ecológica, este grupo apresenta espécies com valor nutritivo significativo e características físico-químicas que favorecem o seu consumo na alimentação humana (GORDIANO et al., 2022), dentre as espécies, ora-pro-nóbis é considerada uma opção nutricional.

Os cactos são, em sua maioria, espécies suculentas, espinhosas e com folhas ausentes, que compartilham em comum a presença de aréolas (CAVALCANTE et al., 2013). Dos gêneros das cactáceas, *Pereskia* é um dos grupos mais primitivos e ancestrais dos cactos atuais (SILVA et al., 2023). De acordo com Cavalcante et al. (2023), a presença de folhas é um caráter que sugere a aproximação deste grupo com outros grupos de plantas. *Pereskia* agrupa 17 espécies, sendo *Pereskia aculeata* Miller. e *Pereskia grandifolia* Haw. as mais conhecidas no Brasil, hortaliças não convencionais predominantes no bioma Mata Atlântica e na Caatinga (ZAPPI e TAYLOR, 2023).

Os cactos *P. aculeata* e *P. grandifolia* podem ser identificados pelo hábito de crescimento, cor da flor, conteúdo de espinhos e tamanho da folha (TORRES et al., 2022b). A *P. aculeata* são trepadeiras (Figura 1A) cujas aréolas dos ramos jovens apresentam espinhos pareados e curvos, onde as folhas estão dispostas no ápice agudo, com formato elíptico oval, com flores de coloração creme (ZAPPI e TAYLOR, 2023) (Figura 1B). Na *P. grandifolia* as aréolas possuem espinhos retos, de folhas com formato elíptica/oblonga/obovada lanceolada e de inflorescências rosa/violeta (Figura 1C) (ZAPPI e TAYLOR, 2023). Suas folhas são suculentas e têm potencial de suplementação nutricional por seu teor de proteínas, fibras, minerais, compostos bioativos e atividade antioxidante (SOUZA et al., 2016). Ambas as espécies se adaptam bem aos diferentes climas e solos e apresentam facilidade quanto ao cultivo (SANTOS, 2023).



**Figura 1.** Espécies de *Pereskia*: (A) *Pereskia aculeata* Mill e (B) Folhas e flor de *Pereskia aculeata* Mill (Foto: Dijalma Barbosa da Silva); (C) Folhas e flores de *Pereskia grandifolia* Haw (Foto: Gilmar de Oliveira).

Dentre as peculiaridades de ora-pro-nóbis, a presença de folhas valoriza o seu consumo como hortaliça e uso em várias preparações: farinhas, saladas, refogados, tortas e massas alimentícias (SARTORI et al., 2020). As proteínas (em torno de 28%) deste vegetal é superior aos teores de outros vegetais como farelo de arroz (até 15%), feijão vermelho (até 24%) e aveia (até 18%) (TORRES et al., 2022a) e contribui para a alimentação como uma rica fonte proteica. A OPN torna-se uma alternativa para consumidores de produtos vegetais, com restrições alimentares ou que são veganas (TORRES et al., 2022). O uso de folhas de vegetais não convencionais requer a determinação das propriedades da planta para utilização na alimentação de forma segura (SANTOS, et al., 2021).

Na literatura são encontradas diversas preparações com ora-pro-nóbis para estudo do potencial nutricional de folhas da planta. Kohmann et al. (2006), Rocha et al. (2008), Alves et al. (2021) e Santos & Menegassi (2021), desenvolveram algumas preparações com as folhas de

ora-pro-nóbis, tais como: pães, macarrão, patês e bolos, e obtiveram boa aceitação sensorial dos produtos elaborados. Cazagranda et al. (2022), utilizaram a farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) para o desenvolvimento de biscoitos tipo *cookie* e observaram o aumento do conteúdo de fibras do alimento (CAZAGRANDA, et al., (2022). Romano et al. (2017), Paula et al. (2016), Silva et al. (2014), utilizando da ora-pro-nóbis para o desenvolvimento de produtos observaram que a mesma pode aumentar o aporte de proteína nestas produções.

Em termos físico-químicos, ora-pro-nóbis é alvo de estudos farmacológicos e alimentícios por se destacar com consideráveis concentrações de moléculas biológicas essenciais e compostos bioativos com propriedades antioxidantes (SILVA et al., 2023). Agostini-Costa et al. (2014) observaram elevadas concentrações de xantofilas em folhas de *P. aculeata* e de *P. grandifolia*, incluindo carotenóides  $\alpha$  e  $\beta$ -caroteno, luteína, violaxantina e zeaxantina. Além disso, as folhas de *Pereskia* podem ser uma boa fonte de pró-vitamina A, pelos seus elevados teores de  $\alpha$  e  $\beta$  caroteno (AGOSTINI-COSTA et al., 2014).

A mucilagem é outro componente encontrado em folhas e frutos de ora-pro-nóbis e apresenta em sua composição o biopolímero arabinogalactana com propriedades tecnofuncionais que agem como espessante, gelificante e agente emulsificante (SILVA et al., 2023). A aplicação da mucilagem na formulação de novos produtos alimentícios pode aumentar o perfil nutricional do produto, uma vez que a alta capacidade de absorção de água e óleo viabiliza sua aplicação (LIRA et al., 2023).

Com um teor de fibra alimentar expressivo em suas folhas, a ora-pro-nóbis contém 25% de proteína, formada principalmente por aminoácidos essenciais como a lisina (LIRA et al., 2023). Apresenta também 31% de carboidratos, 14% de minerais, 8% de lipídios e 4% de fibras alimentares solúveis, além das vitaminas A, C e E, e compostos fenólicos, carotenóides e flavonóides (TAKEITI et al., 2009).

*P. grandifolia* apresenta cerca de 28% de conteúdo proteico e aminoácidos essenciais como triptofano, leucina, lisina e fenilalanina aromática e tirosina, compõem em torno de 60% da proteína total (COSTA, 2020). A qualidade das proteínas vegetais está associada à capacidade de suprir as necessidades de aminoácidos essenciais para o crescimento e manutenção dos tecidos (ALCORTA et al., 2021).

A ora-pro-nóbis tem uma alta digestibilidade (até 80%), sendo considerada um alimento funcional (CARVALHO et al., 2019). Cruz et al. (2021), relatam em folha *in natura* da ora-pro-nóbis teor de fenólicos totais de 55,9 EAG/g; flavonoides totais de 47,5 mg/g; quercetina igual a 39,2 mg/100g. Almeida et al. (2014) avaliaram compostos antinutricionais de ora-pro-nóbis evidenciando maior concentração do ácido oxálico, com teores de 60,37 mg 100 g<sup>-1</sup> e 41,79 mg 100 g<sup>-1</sup> para as farinhas de *P. grandifolia* e *P. aculeata*, respectivamente. Outros

compostos também foram verificados como, nitratos, compostos fenólicos, saponinas e o inibidor da tripsina (ALMEIDA et al. 2014). Apesar da presença de antinutrientes nas farinhas de ora-pro-nóbis, o consumo diário é considerado insuficiente para causar prejuízos à saúde humana (ALMEIDA et al. 2014).

Os compostos antinutricionais podem causar danos à saúde ou benefícios, dependendo da sua concentração (ALMEIDA et al. 2014). Quando consumidas em maiores quantidades, os antinutrientes podem ser tóxicos e até mesmo letais, mas em pequenas concentrações podem agir, principalmente, como antioxidantes e anticoagulantes (JUÁREZ FUENTES, 2013). O ácido oxálico, por exemplo, pode reduzir a absorção de cálcio o que contribui para problemas renais, cuja dose letal é de 1.500 mg (HIGASHIJIMA et al., 2020). No entanto, em relação ao consumo de folhas de ora-pro-nóbis não foram encontrados estudos que comprovem qualquer prejuízo na absorção deste mineral (GOLLNER-REIS, 2019). Os fatores antinutricionais podem ser reduzidos ou eliminados utilizando de processos como a extrusão/cocção, micro-ondas, altas pressões, aquecimento por infravermelho, dentre outras alternativas (JUÁREZ FUENTES, 2013).

Do gênero *Pereskia*, estudos têm sido feitos em maior decorrência com *P. aculeata*, principalmente relacionadas ao teor de proteínas. Enquanto que ainda há poucos estudos no Brasil a respeito das propriedades da *P. grandifolia* em comparação com as outras espécies (TORRES et al., 2022b).

### 2.3 Secagem

A secagem é um dos métodos mais antigos para conservação de alimentos, mantendo sua qualidade por mais tempo pelo processo de desidratação na qual dificulta o desenvolvimento de processos metabólicos realizados pelos microrganismos. Além disso, possibilita a elaboração de produtos pelo processo de desidratação, sendo muito empregado na indústria alimentícia (MONDAL et al., 2019).

O processo de secagem consiste na desidratação da matéria-prima com a redução da umidade, influenciada pelas diferenças na pressão de vapor dos materiais alimentícios e do ambiente circundante induzido pelo calor (MONDAL et al., 2019). A estrutura das membranas celulares torna-as seletivamente permeáveis e requer o auxílio de canais para a passagem da água do meio interno para o meio circundante e extracelular. Quando o processo de remoção da umidade é realizado, os canais atuam formando caminhos de migração. A remoção parcial ou total da água através da secagem evita a deterioração e prolonga o prazo de durabilidade de produtos (MONDAL et al., 2019).

Dentre as vantagens do processo de secagem pode-se citar a redução de perdas pós-colheita, maior estabilidade e período de armazenamento, menor custo de manuseio e transporte, tornando o produto mais acessível (MAHANTI et al., 2021). Além disso, novos produtos são elaborados a partir dos métodos de secagem como, por exemplo, obtenção de farinhas pela desidratação de folhas frescas.

Dependendo do mecanismo de remoção de água, a secagem pode ser natural, convectiva, secagem por pulverização, liofilização e desidratação osmótica (CALÍN-SÁNCHEZ et al., 2020). A forma de transferência de energia nesses processos os diferencia. A secagem convectiva se destaca como um mecanismo muito empregado para desidratação de produtos alimentícios, onde o ar quente é o agente de transferência de calor na câmara de secagem (CAGLIARI et al., 2022). A convecção de umidade pela presença de altas temperaturas pode ser observada na secagem em estufa de circulação de ar forçado. Nesse processo, a troca de energia entre o ar da estufa e a superfície do alimento ocasiona a retirada de água ocasionando uma secagem superficial (FREITAS et al., 2022).

A velocidade do ar, extensão da intermitência do fluxo de ar, espessura da amostra, umidade relativa, temperatura e tempo, são os principais parâmetros no processo de secagem (MONDAL et al. (2019). Essas condições causam efeitos positivos e negativos no processo de secagem, principalmente a temperatura e o tempo, pois influencia diretamente na qualidade do produto. No caso de temperaturas elevadas como na secagem por contato (em torno de 105–150 °C) e na secagem ao ar (em torno de 65–85 °C), a matéria-prima pode ser afetada quando submetida a altas temperaturas, mudando a cor, a textura e também características sensoriais (PRAVALIKA et al., 2023). Além disso, altas temperaturas, presença de oxigênio, umidade e pH podem impulsionar a degradação de macronutrientes e compostos bioativos (JAFARI et al., 2021).

O desenvolvimento de estudos relacionados à cinética de secagem ajuda no entendimento sobre o processo, possibilitando a discussão da eficiência e da necessidade de aprimorar métodos para obtenção de alimentos de qualidade. A determinação de fatores físicos e termodinâmicos do produto são relevantes nesse aspecto e podem ser traçados a partir da modelagem das curvas de secagem (ARAÚJO et al., 2021).

## **2.4 Massas Alimentícias**

A massa alimentícia é considerada um dos primeiros alimentos dos povos ancestrais com produções primitivas a partir de grãos de cereais moídos (FOGAGNOLI, 2020). Desde então, são conhecidas mundialmente, com inovações e novas formulações resultando em uma variedade de opções. No Brasil, o macarrão foi difundido pelos imigrantes italianos e está entre os principais

países produtores de massas do mundo, na qual a Itália apresenta maior produção (BRESCIANI et al., 2022).

De acordo com a RDC nº 93, de 31 de outubro de 2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA: “Massa alimentícia ou macarrão é o produto não fermentado, apresentado sob várias formas, recheado ou não, obtido pelo empasto, amassamento mecânico da mistura de farinha de trigo ou sêmola de trigo durum, e ou farinha de outros vegetais” (BRASIL, 2000). Conhecida pela sua facilidade de preparação, as massas alimentícias possuem estabilidade de vida útil e qualidade de cozimento, além disso, os preços são relativamente acessíveis (JIA et al., 2023).

A massa seca é bem tradicional na cultura italiana, são mais de 600 formatos variados de massas secas, dentre elas: *spaghetti*, *fettuccine*, *linguine*, *fusilli* e *farfalle* (APN, 2014). As massas chamadas de especiais apresentam uma variedade de tipos, obtidas com adição de outros ingredientes no seu preparo, as quais pode-se citar: massa de ovos, massa recheada e massa fresca recheada (ravioli, lasanha, por exemplo) (DELLO RUSSO et al., 2021). As massas podem ser classificadas quanto ao teor de umidade e a composição, e sua qualidade está condicionada às características sensoriais, físico-químicas e também o seu acondicionamento (BRASIL, 2000).

Atualmente o macarrão é encontrado de variados formatos, em diferentes receitas e combinações, sendo frequente na culinária brasileira, o qual pode ser servido como prato principal ou como um complemento (FERREIRA et al., 2022). Os principais ingredientes na produção do macarrão são a farinha de trigo e água, mas outros ingredientes podem ser adicionados, tais como: ovos, leite e derivados, sal e outros temperos (BRASIL, 2000).

As massas alimentícias são importantes fontes de energia por se tratar de um alimento rico em carboidratos como o amido, por exemplo, e de baixo teor de gorduras (QUINAUD et al., 2020). No entanto, apresentam baixo teor de fibras, vitaminas, minerais e proteínas que, de acordo com Ferreira et al. (2022), deve-se à qualidade da farinha de trigo. Aplicações voltadas ao melhoramento do valor nutricional do macarrão vêm sendo desenvolvidas com interesse em suprir os teores de proteínas e de vitaminas, sendo o uso de outras farinhas enriquecidas uma opção viável. Nesse sentido, o uso da farinha de ora-pro-nóbis tem potencial para enriquecer e melhorar a composição do macarrão, uma vez que apresenta alto valor nutricional e seu cultivo é prático e acessível.

Estudos abordando o uso de diferentes concentrações de farinha da ora-pro-nóbis em massas alimentícias podem ser observados em Rocha et al. (2008), Cremasco et al. (2016), Sato et al. (2018), Santo (2019), Ferreira et al. (2022), que adicionaram diferentes percentuais deste vegetal à massa de macarrão tipo talharim e obtiveram em comum em suas formulações a aceitação sensorial da massa formulada. Em todos os trabalhos foi utilizada a espécie *P. aculeata* Mill. para a obtenção da farinha a ser incorporada à receita tradicional do macarrão. Rocha et al. (2008) observou que a adição de 2% da ora-pro-nóbis à massa de macarrão tipo talharim apresentou melhores teores de

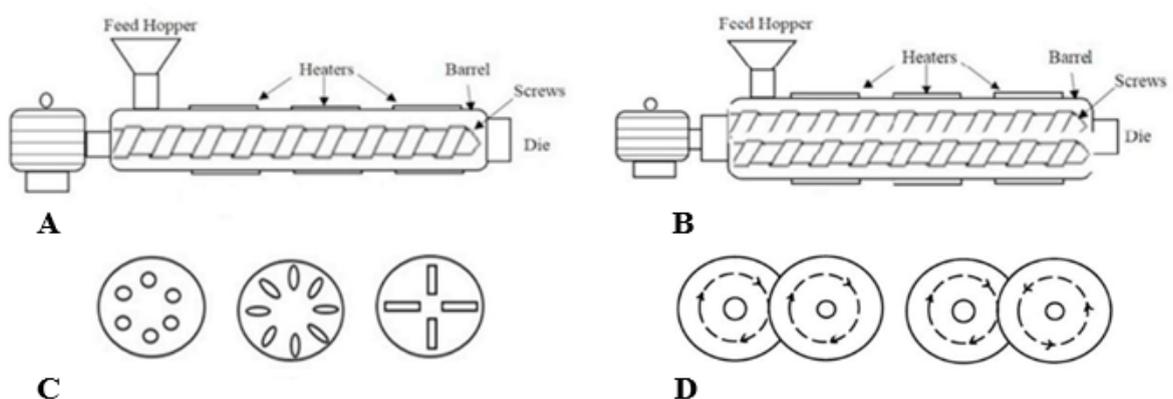
proteínas, fibras e cinzas que a massa de macarrão convencional, também observado em Cremasco et al. (2016) sob concentrações de 5%, 7.5% e 10% de ora-pro-nóbis. Outros tipos de farinhas adicionadas à massa do macarrão também são encontrados na literatura, a exemplo, a adição de farinha de batata-doce (20–40%) e purê (8–24%) em trabalho desenvolvido por Malhota et al. (2022).

Durante o processamento do macarrão etapas são seguidas até o armazenamento. O macarrão seco é elaborado a partir das seguintes etapas: pesagem dos ingredientes, mistura, amassagem, extrusão, trefilação, secagem, empacotamento e armazenamento (APN, 2014). A extrusão é um método que utiliza regimes de tempo curto e alta temperatura na elaboração de produtos como as massas alimentícias, principalmente massas secas, além de cereais matinais e salgadinhos (BAAH et al., 2022). No entanto, há também processos de extrusão a frio, com temperaturas baixas.

O processo de extrusão combina tratamentos térmicos e mecânicos que agem sobre um material sólido ocasionando o cozimento e alteração da matriz alimentar sob a influência de altas temperaturas e cisalhamento durante um curto período de tempo (HOOPER et al., 2023). A extrusão é chamada de termoplástica quando o calor é aplicado utilizando temperaturas acima dos 100 °C, no intuito de promover a gelatinização do amido causando rupturas no grânulo e perda de integridade (BATISTA, 2023). Assim, as mudanças nas propriedades do material alimentício incluem degradação do amido, desnaturação de proteínas e destruição de antinutrientes termolábeis, melhorando a digestibilidade dos nutrientes (JIA et al., 2023; HOOPER et al., 2023).

A extrusora de rosca única é comumente utilizada na fabricação das massas usando um método de extrusão a frio com temperaturas entre 40-50 °C (HOOPER et al., 2023). O cilindro, o alimentador, a matriz e o mecanismo de corte são comuns na extrusora (Figura 2). No cilindro encontra-se um ou mais parafusos que ao ser acionado impulsiona a passagem do material até a matriz, onde ocorre o cisalhamento, moldagem e ampliação do produto (BATISTA, 2023).

**Figura 2.** Constituição geral de uma extrusora. (A) Extrusora de rosca simples (B) Extrusora de rosca dupla (C) Tipos de aberturas de matriz (D) Rosca rotativa paralela e oposta (Foto: DALBHAGAT et al., 2019)



A utilização da extrusão na produção de alimentos apresenta como vantagens a elevada versatilidade e produtividade, alta qualidade do produto e baixo custo de produção, maior eficiência energética e melhores resultados nutricionais, funcionais e sensoriais de alimentos amiláceos (DALBHAGAT et al., 2019; WANG et al., 2019).

Os principais parâmetros no processamento por extrusão são: temperatura, pressão, taxa de cisalhamento e tempo de residência (STOJCESKA, 2013), os quais proporcionam alterações nas propriedades tecnofuncionais de extrusados. A temperatura, por exemplo, quando elevada pode causar a desnaturação proteica e assim prejudica a interação entre as proteínas e a retenção de nutrientes, resultando em perdas por cozimento (BRESCIANI et al., 2022). De acordo com Bresciani et al. (2022), a pressão e a energia mecânica específica (SME) ajudam a melhor avaliar o processo como um todo, pois são influenciados pelas mesmas variáveis: nível de hidratação, velocidade do parafuso e temperatura. Além das condições do processo por extrusão, o ciclo de secagem também afeta o comportamento de cozimento, textura e cor, as quais determinam a qualidade da massa (HOOPER et al., 2023).

## REFERÊNCIAS

- APN. Associação Portuguesa dos Nutricionistas. **MASSAS ALIMENTÍCIAS UMA ABORDAGEM TÉCNICA E CIENTÍFICA.** Disponível em: [https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook\\_Massas\\_Alimenticias.pdf](https://www.apn.org.pt/documentos/ebooks/Ebook_Massas_Alimenticias.pdf). Acesso em: 10 jun. 2023.
- AGOSTINI-COSTA, T. S. Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review. **Food Chemistry**, v. 327, p. 1-14, out. 2020.
- AGOSTINI-COSTA, T.S.; PÊSSOA, G.K.A.; SILVA, D.B.; GOMES, I.S.; SILVA, J.P. Carotenoid composition of berries and leaves from a Cactaceae – Pereskia sp. **Journal of Functional Foods**, [s.l.], v. 11, p. 178-184, 2014. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2014.09.015>.
- ALMEIDA, M. E. F.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D.; FERNANDES, R. V. B. Improvement of physiological parameters of rats subjected to hypercaloric diet, with the use of Pereskia grandifolia (Cactaceae) leaf flour. **Obesity Research & Clinical Practice**, v.10, n. 6, p. 701-709, 2016.
- ALVES, D.T.; NASCIMENTO, M.H. da S.; MARTINS, E.M.F. Pães enriquecidos com ora-pro-nóbis: elaboração e avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n. 2, p.12633-12646, 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. [Aprova o Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos]. **Diário Oficial da União**, 23 set. 2005. Seção 1, p.368-369. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html). Acesso em: 25 mar. 2023.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO-RDC Nº 14, DE 21 DE FEVEREIRO DE 2000. (*Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Massa Alimentícia ou Macarrão*). 21 fev. 2000. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0014\\_21\\_02\\_2000.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0014_21_02_2000.html). Acesso em: 25 mar. 2023.
- ALCORTA A.; PORTA A.; TÁRREGA A.; ALVAREZ M. D.; VAQUERO M. P. Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. **Foods**. 2021; 10(2):293. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10020293>. Acesso em: 04 out. 2023.
- ARAÚJO, J. C. **A TRANSFORMAÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS (Pereskia aculeata Miller), PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL, EM INGREDIENTE PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.** 2022. Monografia (Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 70p.
- ALMEIDA, M. E. F. de; JUNQUEIRA, A. M. B., SIMÃO, A. A., & CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Biosci. j. (Online)**, p. 431-439, 2014. Disponível em:

<<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17555/14557>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

BAAH, R. O.; DUODU, K. G.; EMMAMBUX, M. N. Cooking quality, nutritional and antioxidant properties of gluten-free maize–Orange-fleshed sweet potato pasta produced by extrusion. **LWT**, v. 162, p. 113-415, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643822003504>>. Acesso em: 3 jun. 2023.

BARBOSA, D. M.; SANTOS, G. M. C.; GOMES, D. L.; SANTOS, E. M. C.; SILVA, R. R. V.; MEDEIROS, P. M. Does the label ‘unconventional food plant’ influence food acceptance by potential consumers? A first approach. **Heliyon**, v. 7, n. 4, 2021.

BATISTA, R. T. **Obtenção de massa alimentícia integral isenta de glúten à base de farinhas extrudadas de grão-de-bico e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.)**. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Instituto de Tecnologia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

BRESCIANI, A.; PAGANI, M. A.; MARTI, A. Pasta-making process: a narrative review on the relation between process variables and pasta quality. **Foods**, v. 11, n. 3, p. 256, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/256>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

*Cactaceae in Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB70>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

CALÍN-SÁNCHEZ, Á.; LIPAN, L.; CANO-LAMADRID, M.; KHARAGHANI, A.; MASZTALERZ, K.; CARBONELL-BARRACHINA, Á. A.; FIGIEL, A. Comparison of Traditional and Novel Drying Techniques and Its Effect on Quality of Fruits, Vegetables and Aromatic Herbs. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1261, 9 set. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods9091261>.

CAGLIARI, A., MARTINY, T. R., NASCIMENTO, R., MORAIS, M. M., & ROSA, G. S. Effects of different drying conditions on bioactive potential of Brazilian olive leaf. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. e2021147, 2022. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14721>

CARVALHO, M. F. F.; M, L. M., MENDES, M. P.; GESSER, V.; MONTEIRO, C. C. F.; PERALTA, R. M.; MONTEIRO, A. R. G. Centesimal Evaluation of Two Species of Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller and *Pereskia grandifolia* Haw) and Application in Extruded Product. **Chemical Engineering Transactions**, v. 75, p. 325-330, 2019.

CAVALCANTE, A.; TELES, M.; MACHADO, M. Cactos do semiárido do Brasil: guia ilustrado. **Campina Grande: INSA**, 2013.

CAZAGRANDA, C.; AMANCIO, R.; FEITEN, M. C.; GILIOLI, A.; GONZALEZ, S. L.; FAGUNDES, C. Obtenção de farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e sua aplicação no desenvolvimento de biscoitos tipo cookie. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.39, n. 3, p.27148, 2022. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/27148>>. Acesso em: 28 de mar. 2023.

COSTA, L. D.; TRINDADE, R. P.; CARDOSO, P. S.; COLAUTO, N. B.; LINDE, G. A.; OTERO, D. M. *Pachira aquatica* (Malvaceae): An unconventional food plant with food, technological, and nutritional potential to be explored. **Food Research International**, v. 124, p. 1-18. 2022. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112354>.

CREMASCO, C. P.; GODINHO, A. M. M.; BOSO, A. C. M. R.; VILAS BOAS, A. C. S.; MOLLO NETO, M.; GABRIEL FILHO, L. R. A. AVALIAÇÃO BROMATOLÓGICA E SENSORIAL DA UTILIZAÇÃO DE PERESKIA ACULEATA EM MASSA DE MACARRÃO. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 234-240, 2016. Disponível em: <<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/421/292>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

CRUZ, T. M.; SANTOS, J. S.; CARMO, M. A. V.; HELLSTROM, J.; PIHLAVA, J. M.; AZEVEDO, L.; GRANATO, D.; MARQUES, B. Extraction optimization of bioactive compounds from ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) leaves and their in vitro antioxidant and antihemolytic activities. **Food Chemistry**, v. 361, p. 130078, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130078>.

DALBHAGAT, C. G.; MAHATO, D. K.; MISHRA, H. N. Effect of extrusion processing on physicochemical, functional and nutritional characteristics of rice and rice-based products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 85, p. 226-240, 2019. Disponível em: <Effect of extrusion processing on physicochemical, functional and nutritional characteristics of rice and rice-based products: A review - ScienceDirect>. Acesso em: 15 out. 2023.

DELLO RUSSO, M.; SPAGNUOLO, C.; MOCCIA, S.; ANGELINO, D.; PELLEGRINI, N.; MARTINI, D. Nutritional Quality of Pasta Sold on the Italian Market: The Food Labelling of Italian Products (FLIP) Study. **Nutrients**, v. 13, p. 171, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/nu13010171>>. Acesso em: 15 out. 2023.

FAO, FIDA, OMS, PAM e UNICEF. 2023. O estado da segurança alimentar e nutricional no mundo 2023. Urbanização, transformação dos sistemas agroalimentares e dietas saudáveis ao longo do continuum rural-urbano. Roma, FAO. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/cc3017es>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

FELLOWS, P. J. Extrusão. In: Tecnologia do Processamento de Alimentos. Princípios e Prática. 2. ed. Porto Alegre: **Artmed Editora**, S.A, p. 602, 2006.

FERREIRA, A. L. de.; OLIVEIRA GONÇALVES, V. G.; MARADINI FILHO, A. M.; CARNEIRO, J. C. S.; FRANCISCO, C. L. Caracterização do pó de ora-pro-nóbis e utilização em massas alimentícias. **Editora Científica Digital**, v. 9, 2022. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/221211240.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

FREITAS, B. A. G.; RIBEIRO, J. S.; VIANA, E.B.M.; SOUZA, C. C. E. de.; ZANUTO, M. E. Principais métodos de secagem utilizados na obtenção de polpa de fruto em pó solúveis: uma revisão. **Brazilian Applied Science Review**, [S.L.], v. 6, n. 6, p. 1588-1620, 30 nov. 2022. Disponível em: <<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/54847>>. Acesso em: 3 mar. 2023.

FOGAGNOLI, M. G. **Aumento da competitividade de uma empresa no setor de massas alimentícias artesanais – Estudo de Caso.** 2020. Monografia (Departamento de Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Lavras-MG, 53p.

GARCIA, J. A. A.; CORRÊA, R. C. G.; BARROS, L.; PEREIRA, C.; ABREU, R. W. V.; ALVES, M. J.; CALHELHA, R. C.; PERALTA, R. M.; FERREIRA, I. C. F. R. Phytochemical Profile And Biological Activities Of 'Ora-Pro-Nobis' Leaves (*Pereskia Aculeata* Miller), An Underexploited Superfood From The Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, v. 294, p. 302-308, 2019.

GOLLNER-REIS, J. P. **Modelagem matemática da secagem convectiva e dessorção das folhas de Ora-pro-nobis (*Pereskia* sp.).** 2019. Monografia (Curso de Especialização em Métodos Matemáticos Aplicados). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 161p. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/20116>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

GORDIANO, I; BEZERRA, P. Q. M.; PINTO, L. C.; MATOS, M. F. R. de. Potencial das cactáceas brasileiras na gastronomia: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 11, n. 7, p. e7611729617-e7611729617, 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/29617>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

HIGASHIJIMA, N. S.; LUCCA, A.; REBIZZ, L. R. H.; & REBIZZI, L. M. H. Fatores antinutricionais na alimentação humana. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 27, p. e020013-e020013, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8653587>>. Acesso em: 24 nov. 2023.

HOOPER, S. D.; BASSETT, A.; WIESINGER, J. A.; GLAHN, R. P., & CICHY, K. A. Extrusion and drying temperatures enhance sensory profile and iron bioavailability of dry bean pasta. **Food Chemistry Advances**, v. 3, p. 100422, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100422>>. Acesso em: 15 out. 2023.

ILO, S.; BERGHOFER, E. Kinetics of lysine and other amino acids loss during extrusion cooking of maize grits. **Journal of Food Science**, v. 68, n. 2, p. 496-502, 2003.

JAFARI, S. M.; ARPAGAU, C.; CERQUEIRA, M. A; SAMBORSKA, K. Nano Spray Drying Of Food Ingredients; Materials, Processing And Applications. **Trends In Food Science & Technology**, v. 109, p. 632–646, mar. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421000662>>. Acesso em: 5 mar. 2023.

JESUS, B.; SANTANA, K.; OLIVEIRA, V.; CARVALHO, M.; ALMEIDA, W. A. PANCS-Plantas Alimentícias Não Convencionais, benefícios nutricionais, potencial econômico e resgate da cultura: uma revisão sistemática. **Enciclopédia Biosfera**, [s.l.], v. 17, n. 33, 2020. Disponível em: <<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/677>>. Acesso em: 4 jun. 2023.

JIA, B.; DEVKOTA, L.; SISSONS, M.; DHITAL, S. Degradation of starch in pasta induced by extrusion below gelatinization temperature. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 426, p. 136524, nov. 2023.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814623011421>>. Acesso em: 26 jun. 2023.

JUÁREZ FUENTES, B. **Cambios bioquímicos en semillas de Lupinus montanus y Lupinus exaltatus asociados a tratamientos físicos, químicos y germinativos**. 2013. Tese (Mestrado em *Producción Agroalimentaria en el Trópico*). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Tabasco. 121p. Disponível em: <[http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2122/Juarez\\_Fuentes\\_B\\_MC\\_Produccion\\_Agroalimentaria\\_Tropico\\_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/2122/Juarez_Fuentes_B_MC_Produccion_Agroalimentaria_Tropico_2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 24 nov. 2023.

JUNQUEIRA, L. A.; AMARAL, T. N.; OLIVEIRA, N. L.; PRADO, M. E. T.; RESENDE, J. V. Rheological behavior and stability of emulsions obtained from *Pereskia aculeata* Miller via different drying methods. **International Journal of Food Properties**, v. 21, n. 1, p. 21-35, 2018. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2018.1437177>>. Acesso em: 6 mar. 2023.

KOHMANN, L.M.; MARQUARDT, K.; KINUPP, V.F.; FLORES, S.H. Aceitação de produtos alimentícios elaborados a partir de plantas nativas. In: XVIII Salão de Iniciação Científica, 18., 2006, Porto Alegre. **Livro de resumos**. Porto Alegre: UFRGS, 2006. v.1, p.211.

LAVERDE JUNIOR, A.; CAVÉQUIA, B. M.; REZENDE, B. H.; RODRIGUES, M. V. POTENCIAL NUTRACÊUTICO DE PERESKIA GRANDIFOLIA HAW. (CACTACEAE). In: Fitoquímica: potencialidades biológicas dos biomas brasileiros-volume 2. n.1, 2022, [s.l.]. **Editora Científica Digital**, 2022. p. 109-127. Disponível em: <<https://www.editoracientifica.com.br/artigos/potencial-nutraceutico-de-pereskia-grandifolia-haw-cactaceae>>. Acesso em: 10 jun. 2023.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Métodos de Conservação de Alimentos. 10 ed. São Paulo: **Revista Saúde em Foco**, v. 10, n. 1 p. 51-61, 2018.

LIMA JUNIOR, F. A.; CONCEIÇÃO, M. C.; RESENDE, J. V.; JUNQUEIRA, L. A.; PEREIRA, C. G.; PRADO, M. E. T. Response surface methodology for optimization of the mucilage extraction process from *Pereskia aculeata* Miller. **Food Hydrocolloids**, v. 33, n. 1, p. 38-47, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X13000611>>. Acesso em: 7 jun. 2023.

LIRA, M. M.; OLIVEIRA FILHO, J. G.de.; SOUSA, T. L.de.; COSTA, N. M .da.; LEMES, A .C.; FERNANDES, S. S.; EGEA, M. B. Selected plants producing mucilage: overview, composition, and their potential as functional ingredients in the development of plant-based foods. **Food Research International**, [s.l.], v. 169, p. 112822, 2023. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996923003678>>. Acesso em: 2 jun. 2023.

MAHANTI, N. K.; CHAKRABORTY, S. K.; SUDHAKAR, A.; VERMA, D. K.; SHANKAR, S.; THAKUR, M.; SINGH, S.; TRIPATHY, S.; GUPTA, A. K.; SRIVASTAV, P. P. Refractance Windowtm-Drying Vs. Other Drying Methods And Effect Of Different Process Parameters On

Quality Of Foods: A Comprehensive Review Of Trends And Technological Developments. **Future Foods**, v. 3, p. 100024, jun. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833521000149>>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

MASSACATTO, A. M.; SILVA, N. F. S.; KAZAMA, C. C.; PIRES, M. D. B.; TAKEMURA, O. S.; JACOMASSI, E.; RUIZ, A. L. T. G.; LAVERDE JUNIOR, A. Biological Activity Survey of *Pereskia aculeata* Mill. and *Pereskia grandifolia* Haw. (Cactaceae). **Pharmaceutical Sciences**, v. 28, 1,p. 156-165, 2022.

MENEZES, V. P. de.; SILVA, J. R. A.; NETO, J. F.; ROLIM, H. O.; ARAÚJO, A. L. M.; LIMA, P. S. E. Subproduto de frutas tropicais desidratadas por secagem convectiva. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [s.l.], v. 13, n. 4, p. 472-482. 2018. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/5810>>. Acesso em: 4 maio 2023.

MILIÃO, G. L.; OLIVEIRA, A. P. H.; SOARES, L. S.; ARRUDA, T. R.; VIEIRA, E. N. R.; LEITE JUNIOR, B. R. C. Unconventional food plants: Nutritional aspects and perspectives for industrial applications. **Future Foods**, v. 5, p. 100124, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666833522000120>>. Acesso em: 7 mar. 2023.

MONDAL, I. H; RANGAN, L; UPPALURI, R. V.S. Effect of oven and intermittent airflow assisted tray drying methods on nutritional parameters of few leafy and non-leafy vegetables of North-East India. **Heliyon**, [s.l.], v. 5, n. 11, p. 02934, 2019. Disponível em: <[https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(19\)36593-4.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(19)36593-4.pdf)>. Acesso em: 4 jun. 2023.

MOURA, H. F. S.; DIAS, F. S.; SOUZA, L. B. S.; MAGALHÃES, B. E. A.; TANNUS, C. A.; Carvalho, W. C. de; BRANDÃO, G. C.; SANTOS, W. N. L.; KORN, M. G. A; SANTOS, D. C. M. B.; LOPES, M. V.; SANTANA, D. A.; SANTOS JÚNIOR, A. F. Evaluation of multielement/proximate composition and bioactive phenolics contents of unconventional edible plants from Brazil using multivariate analysis techniques. **Food Chemistry**, v. 363, p. 129995, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814621010013>>. Acesso em: 28 fev. 2023.

PAULA, M. C. de.; OLIVEIRA, R. B. de.; FELIPE, D. F.; MAGRINE, I.C.O.; SARTOR, C.F.P. Processamento de bolo com a planta *Pereskia aculeata* Mill. (ora-pro-nóbis). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.18, n. 2, p.167-174, 2016.

PRAVALLIKA, K.; CHAKRABORTY, S.; SINGHAL, R. S. Supercritical Drying Of Food Products: An Insightful Review. **Journal Of Food Engineering**, v.343, p. 111375, 2022. Disponível em:<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877422004290>>. Acesso em: 2 ago. 2023.

QUINAUD, B. E. R.; MONTEIRO, P. L.; PIRES, C. R. F.; SANTOS, V. F.; KATO, H. C. A.; SOUSA, D. N. Elaboration and nutritional characterization of enriched food pasta with soybean waste. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e718974724, 2020.

ROCHA, D. R. da C.; PEREIRA Jr, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.dos.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Noodles added of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) dehydrated/Macarrao adicionado de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. **Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition)**, v. 19, n.4, p. 459-466, 2008.

Disponível em: <  
[https://www.researchgate.net/publication/49599948\\_MACARRAO\\_ADICIONADO\\_DE\\_ORA-PRO-NOBIS\\_PERESKIA\\_ACULEATA\\_MILLER\\_DESIDRATADO/link/00b495332d7684e44f000000/download](https://www.researchgate.net/publication/49599948_MACARRAO_ADICIONADO_DE_ORA-PRO-NOBIS_PERESKIA_ACULEATA_MILLER_DESIDRATADO/link/00b495332d7684e44f000000/download)>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ROMANO, B.C.; MELLO, M.H.G.; MELLO, F.R.G.; BRONZI, E.S.; AREVABINI, C.A.M. Desenvolvimento de bala de ora-pro-nóbis: uma alternativa para o consumo de nutrientes.

**Linguagem Acadêmica**, v.7, n. 5, p.57-66, 2017. Disponível em: <  
<https://www.bing.com/search?q=Desenvolvimento+de+bala+de+ora-pro-n%C3%B3bis%3A+uma+alternativa+para+o+consumo+de+nutrientes&cvid=c69cfcfaba9f497cbbe0c11e4127eac4&aqs=edg e.0.69i59l2.259j0j1&pglt=299&FORM=ANNTA1&PC=ASTS>>. Acesso em: 14 maio. 2023.

SANTO, M. G. E. ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SENSORIAL E FÍSICA DE MACARRÃO ENRIQUECIDO COM ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Mill). In **VIII Jornada de Produção Científica e Tecnológica (JPCT) e XI Ciclo de Palestras Tecnológicas (CIPATEC)-2019**. Disponível em: <  
[http://srq2.ifsp.edu.br/eventos/index.php/VIII-JPCT\\_XI-CIPATEC/CIPATEC2019/paper/view/238](http://srq2.ifsp.edu.br/eventos/index.php/VIII-JPCT_XI-CIPATEC/CIPATEC2019/paper/view/238)>

. Acesso em: 28 mar. 2023.

SANTORI, V. C.; THEODORO, H.; MINELLO, L.V.; PANSERA, M. R.; BASSO, A.; SCUR, L. Plantas Alimentícias Não Convencionais-PANC: Resgatando a Soberania Alimentar e Nutricional. Caxias do Sul, RS: **Educs**, 2020. Disponível em: <  
<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-plantas-alimenticias.pdf>>. Acesso em: 6 ago. 2023.

SANTOS, L. S.; QUEIROZ, C. R. A. A.; MELO, C. M. T. Cactáceas do gênero *Pereskia*: composição nutricional e algumas aplicações. **ForScience**, Formiga, v. 9, n. 2, p. e00702, 2021.

SANTOS, V. L. C. dos.; MENEGASSI, B. Adição de farinha de ora-pro-nóbis em pães: possibilidades de incremento protéico e de fibras na rotina alimentar brasileira. **Brazilian Journal of Health Review**, v.4, p.26031-26048, 2021.

SANTOS, S. M. D. **Obtenção da farinha de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller e *Pereskia grandifolia* Haw) e sua aplicação em massas de pão sem glúten**. 2023. Monografia (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 42p.

SILVA, D. O. da; DI PRIMIO, E. M; BOTELHO, F. T; GULARTE, M. A. 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. DOI: 10.12957/demetra.2014.11119. Disponível em:

<<https://www.e-publicacoes.uerj.br/demetra/article/view/11119>>. Acesso em: 6 ago. 2023.

SILVA, A. M. C.; OLIVEIRA, D. E. C. de; FARIAS, B.L.de.; COSTA, V. S.; FERREIRA, V. B.; NUNES, M. R. G.; RESENDE, O. Influência da qualidade e coloração fisiológica de sementes de

feijão guandu. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e975974789, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.4789. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4789>>. Acesso em: 6 set. 2023.

SILVA, N. F. N.; SILVA, S. H.; BARON, D.; NEVES, I. C. O.; CASANOVA, F. *Pereskia aculeata* Miller as a Novel Food Source: a review. **Foods**, [s.l.], v. 12, n. 11, p. 2092, 2023. MDPI AG. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/foods12112092>>. Acesso em: 6 ago. 2023.

SOMMER, M. C.; ARAÚJO RIBEIRO, P. F.de.; KAMINSKI, T. A. Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis. **Brazilian Journal of Health Review**, v.5, n.2, p. 6878-6892, 2022.

SOUZA, L. F.; GASPARETTO, B. F.; LOPES, R. R.; BARROS, I. B. I. Temperature requirements for seed germination of *Pereskia aculeata* and *Pereskia grandifolia*. **Journal of Thermal Biology**, v.57, 6-10, 2016.

STOJCESKA, V. Fibre-enriched snack foods. **Fibre-rich and wholegrain foods: improving quality**, p. 389-406, 2013.

TAKEITI, C.Y.; ANTONIO, G.C.; MOTTA, E.M.P.; COLLARES-QUEIROZ, F.P.; PARK, K.J. Nutritive Evaluation of a Non-Conventional Leafy Vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **Int. J. Food Sci. Nutr.** v. 60, p. 148–160, 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637480802534509>>. Acesso em: 1 set. 2023.

TORRES, T. M. S.; GUEDES, J. A. C.; BRITO, E. S.; MAZZUTTI, S.; FERREIRA, S. R. S. High-Pressure Biorefining Of Ora-Pro-Nobis (*Pereskia Aculeata*). **The Journal Of Supercritical Fluids**, v.181, p. 105-514, 2022a.

TORRES, T. M. S.; MAZZUTTI, S.; GASTIANI, M. A.; SIDDIQUE, I.; VITALI, L.; FERREIRA, S. R. S. Phenolic compounds recovered from ora-pro-nobis leaves by microwave assisted extraction. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 39, p.102-238, 2022b.

TORRES, T. M. S.; MENDIOLA, J. A.; RIVERA, G. Á.; MAZZUTTI, S.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A.; FERREIRA, S. R. S. Protein Valorization From Ora-Pro-Nobis Leaves By Compressed Fluids Biorefinery Extractions. **Innovative Food Science And Emerging Technologies**, v. 76, p. 102-926, 2022.

ZACHARIAS, A. O.; CARVALHO, H.M.G.; MADEIRA, N.R. **Hortaliças PANC: segurança alimentar e nicho de mercado**. Brasília, DF; Embrapa:Sebrae, 2021.

ZAPPI, D.; TAYLON, N.P. Cactaceae in **Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB1632>>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; LAROCCA, J. 2011. A Riqueza das Cactaceae no Brasil. *In*: SILVA, S. R.; ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. **Plano de ação nacional para conservação das Cactaceae**. Brasília-DF: Instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade, n.24 p. 15-29, 2011.

## CAPÍTULO 2: QUALIDADE DE FARINHAS DE ORA-PRO-NOBIS PRODUZIDAS POR SECAGEM CONVECTIVA

Ismaiara Rodrigues Berto<sup>a</sup>; Emmanuel Moreira Pereira<sup>b</sup>; Inacia dos Santos Moreira<sup>b</sup>; Thayse Cavalcante da Rocha<sup>d</sup>; Mônica Tejo Cavalcanti<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, Brasil.

<sup>b</sup> Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>c</sup> Secretaria de Agricultura Familiar e Desenvolvimento do Semiárido/Fundação de apoio à pesquisa do Estado da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

### RESUMO

Mudanças nos hábitos alimentares vêm configurando o mercado consumidor e tem valorizado o consumo *in natura*. As ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*) se destacam como alternativas de consumo natural e de produtos com propriedades biológicas benéficas à saúde. As farinhas de ora-pro-nóbis são uma opção para oferta como produto alimentício de qualidade, com facilidade para incorporação em receitas e de teores nutricionais e fitoquímicos significativos. A espécie *P. aculeata* é a mais estudada nesse aspecto, no entanto, *P. grandifolia* também apresenta propriedades interessantes. Objetivou-se obter farinhas de ora-pro-nóbis para avaliar as qualidades físico-químicas e o potencial para aplicação em massas alimentícias. Foram utilizadas folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* obtidas na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), em Campina Grande-PB. As folhas foram submetidas a procedimentos iniciais e posteriormente, colocadas em estufa com circulação de ar à temperatura de 60 °C, durante 18 horas. Após a secagem, o material foi triturado em moinho de bolas, tamisado em peneira, embalado e armazenado ao abrigo da luz. Foram avaliados os parâmetros físico-químicos quanto ao teor de água, atividade de água, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, minerais, compostos fenólicos, atividade antioxidante, solubilidade, densidade aparente e compactada, índice de compressibilidade, fator de Hausner, análise termogravimétrica e de microscopia eletrônica de varredura. As farinhas obtidas apresentaram teores expressivos de proteínas, lipídios, cinzas, carboidratos e baixo teor de umidade. A farinha de *P. aculeata* obteve melhor atividade antioxidante e conteúdo de carboidratos, além de menor atividade de água e maior solubilidade. Enquanto que *P. grandifolia* destacou-se com maiores teores de proteínas, minerais, lipídios e compostos bioativos. Em relação as propriedades físicas, as farinhas apresentaram baixa coesividade, fluidez deficiente e microestruturas irregulares. As farinhas apresentaram estabilidades térmicas semelhantes, com picos de decomposição entre os 100 e 360 °C. As propriedades das farinhas de ora-pro-nóbis são adequadas para aplicação na elaboração de produtos como o macarrão, além disso, pode contribuir no aumento dos teores de proteínas, minerais e compostos bioativos.

**Palavras-chave:** Consumo de qualidade. *Pereskia aculeata*. *Pereskia grandifolia*. Farinha enriquecida.

## CHAPTER 2: QUALITY OF ORA-PRO-NOBIS FLOURS PRODUCED BY CONVECTIVE DRYING

### ABSTRACT

Changes in eating habits have been shaping the consumer market and have increased the value of fresh consumption. Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* and *Pereskia grandifolia*) stand out as alternatives for natural consumption and products with biological properties beneficial to health. Pro-nobis flours are an option to offer as a quality food product, easy to incorporate into recipes and with significant nutritional and phytochemical content. The *P. aculeata* species is the most studied in this respect, but *P. grandifolia* also has interesting properties. The aim was to obtain ora-pro-nobis flour to evaluate its physicochemical qualities and its potential for use in pasta. The leaves of *P. aculeata* and *P. grandifolia* obtained from the Experimental Station of the National Semi-Arid Institute (INSA) in Campina Grande-PB were used. The leaves were subjected to initial procedures and then placed in an oven with air circulation at a temperature of 60 °C for 18 hours. After drying, the material was ground in a ball mill, sieved through a sieve, packaged and stored away from light. The physicochemical parameters were evaluated in terms of water content, water activity, ash, proteins, lipids, carbohydrates, minerals, phenolic compounds, antioxidant activity, solubility, apparent and compressed density, compressibility index, Hausner factor, thermogravimetric analysis and scanning electron microscopy. The flours obtained had significant levels of protein, lipids, ash, carbohydrates and low moisture content. *P. aculeata* flour had the best antioxidant activity and carbohydrate content, as well as lower water activity and greater solubility. While *P. grandifolia* stood out with higher levels of protein, minerals, lipids and bioactive compounds. In terms of physical properties, the flours showed low cohesiveness, poor fluidity and irregular microstructures. The flours showed similar thermal stabilities, with decomposition peaks between 100 and 360 °C. The properties of ora-pro-nobis flour are suitable for use in the preparation of products such as noodles, and it can also contribute to increasing the content of proteins, minerals and bioactive compounds.

**Keywords:** Quality consumption. *Pereskia aculeata*. *Pereskia grandifolia*. Enriched flour.

## 1. INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar é um desafio ainda persistente na sociedade, motivando a busca de soluções para o fornecimento de alimentos de qualidade e que garanta acessibilidade à população. O aumento dos preços dos alimentos, principalmente após a pandemia de Covid-19, tem sido um dos fatores que dificulta o acesso a dietas saudáveis, afetando ainda mais as famílias mais vulneráveis (FAO et al., 2023). Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2021 mais de 3,1 mil milhões de pessoas não podiam pagar uma dieta saudável, o que equivale a 42% da população mundial (FAO et al., 2023). No Brasil, em 2022 cerca de 70,3 milhões de pessoas estavam em estado de insegurança alimentar moderada e 21,1 milhões de pessoas com insegurança alimentar grave (BRASIL, 2023).

Na procura por alternativas saudáveis e acessíveis, o consumo à base de plantas apresenta alta demanda, por serem alimentos práticos que facilitam o consumo e de forma rápida, tornando-se habitual no dia a dia (HISSATOMI et al., 2020). É fundamental o fortalecimento do cultivo agroecológico e a diversificação de produtos.

O aproveitamento de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs) na alimentação é uma alternativa para manter a diversificação alimentar (HISSATOMI et al., 2020). Nesse sentido, as PANCs *Pereskia aculeata* Miller e *Pereskia grandifolia* Haw, popularmente conhecidas como ora-pro-nóbis (OPN) desempenham potencial alimentício relevante com consumo como hortaliça e na elaboração de diversos produtos. São cactáceas do gênero *Pereskia* nativas do Brasil, com endemismo para *P. grandifolia* (ZAPPI e TAYLOR, 2023). A distribuição de ora-pro-nóbis vai desde o Nordeste até a região Sul do país (CONCEIÇÃO et al., 2014). A presença de folhas atóxicas em *P. aculeata* e com quantidades expressivas de nutrientes como proteínas, minerais, fibras, compostos bioativos fazem-na uma opção na alimentação humana, sendo encontrada em pratos tradicionais sul-americanos (SILVA et al., 2023).

As farinhas de ora-pro-nóbis são uma opção para oferta como produto alimentício de qualidade, com facilidade para incorporação em receitas e de teores nutricionais e fitoquímicos significativos. As vantagens da produção de farinhas incluem a redução de perdas nutricionais na pós-colheita da ora-pro-nóbis, a facilidade de acesso ao produto seco, melhor aproveitamento da matéria-prima e maior tempo de durabilidade do produto (MAHANTI et al., 2021).

A elaboração de farinhas de ora-pro-nóbis utiliza as folhas da planta que pela secagem é desidratada. O método de secagem ajuda a preservar as propriedades nutricionais da matéria-prima, reduz a umidade e evita condições propícias à proliferação de microrganismos (MONDAL et al., 2019). A secagem por convecção é uma técnica que utiliza de temperaturas elevadas causando remoção da umidade pela transferência de calor entre o ar quente e a matéria-prima. Esse tipo de

secagem térmica apresenta baixo custo e facilidade de operação se comparado aos outros meios de remoção de água (CALÍN-SÁNCHEZ et al., 2020).

Considerando o uso de farinhas de OPN como uma aplicação promissora para o melhoramento nutricional de diversos produtos e a valorização do consumo de PANCs, trabalhos voltados à caracterização da farinha de *P. aculeata* e sua aplicação vêm sendo desenvolvidos (ROCHA et al., 2008; TAKEITI et al., 2009; SOBRINHO et al., 2015; CRUZ et al., 2020; CASAGRANDA et al., 2022; SOMMER et al., 2022; CIRÍACO et al., 2023). Entretanto, a aplicação de *P. grandifolia* em formulações de produtos ainda são pouco conhecidas. Na elaboração de massas, formulações utilizando diferentes concentrações da farinha de OPN evidenciam o potencial nutritivo da adição da mesma, com resultados positivos também quando se trata da aceitação sensorial do produto elaborado.

Para que o consumo alimentício seja seguro, é necessário que as propriedades da planta sejam avaliadas. A determinação das propriedades físico-químicas é essencial para a garantia de segurança e qualidade, sobretudo em espécies não habituais no consumo diário como a ora-pro-nóbis. Diante disso, neste trabalho objetivou-se obter farinhas das folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* através da secagem por convecção e avaliar a qualidade físico-química das farinhas e o potencial para aplicação em massas alimentícias.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Material Vegetal

As folhas de ora-pro-nóbis (*P. aculeata* e *P. grandifolia*) foram obtidas na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada em Campina Grande, Paraíba, Brasil. As folhas foram transportadas em caixas térmicas para o Laboratório da produção vegetal do INSA, em seguida foram lavadas em água corrente e sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio a 15%, e enxaguadas, e dispostas em bandejas para remoção da água superficial.

### 2.2 Produção da Farinha

A desidratação das folhas foi realizada em uma estufa com circulação de ar (marca Marconi, modelo MA035/3IN250), durante 18 horas, à temperatura de 60 °C, a qual foi escolhida a partir de testes experimentais. Posteriormente, o material foi submetido à trituração em moinho de bolas (retsch MM200) e tamisado em peneira com malha de 60 mesh. A farinha obtida foi acondicionada em embalagens laminadas, e conservada ao abrigo da luz.

## **2.3 Caracterização da *P. aculeata* e *P. grandifolia* in natura e farinhas**

As folhas e farinhas de ora-pro-nóbis foram caracterizadas quanto aos parâmetros de: teor de água, atividade de água ( $A_w$ ), cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, coloração, minerais, polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante e citotóxica, conforme metodologia descrita a seguir.

### **2.3.1 Análises físico-químicas das folhas e farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia***

O teor de água foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105 °C até peso constante, segundo metodologia descrita por IAL (2008). A atividade de água foi determinada utilizando-se o equipamento Labmaster - aw, Novasina a 25 °C. A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 °C até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

O teor de nitrogênio total das amostras foi determinado pelo Método de Kjeldahl, utilizando-se o fator de conversão genérico 6,25 para transformação do teor quantificado em proteína segundo o método descrito pelo IAL (2008).

Para a quantificação do teor de gordura das amostras foi usado o método de Bligh-Dyer (1959), utilizando sulfato de sódio anidro para remover possíveis traços de água que tivessem permanecido na fase lipídica.

Nas farinhas foram determinados o teor de carboidratos totais (%), pela diferença entre 100 e a soma das percentagens de umidade, proteína, lipídios e cinzas. O valor energético total (kcal/100g) foi calculado multiplicando-se os valores obtidos pelos fatores de conversão adequados: proteínas e carboidratos por 4 Kcal/g e lipídios por 9 Kcal/g (BRASIL, 2005).

Para a análise de cor, os parâmetros foram determinados por leitura direta utilizando-se colorímetro portátil (Precise Color Reader, modelo WR-10QC, FRU®), no sistema de cor Cielab, com padrão de iluminação D65/10°. Foram determinados os parâmetros:  $L^*$  - luminosidade;  $a^*$  - transição da cor verde ( $-a^*$ ) para o vermelho ( $+a^*$ ); e  $b^*$  - transição da cor azul ( $-b^*$ ) para a cor amarela ( $+b^*$ ).

### **2.3.2 Determinação dos compostos fenólicos totais, antioxidantes e análise toxicológica das folhas e farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia***

Inicialmente foram preparados os extratos das amostras *in natura* e das farinhas, utilizando-se 1g de cada amostra, em duas etapas: 1ª extração com metanol (50%) e a 2ª extração com acetona 70%. Cada fração ficou em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Seguido de centrifugação (9.000 rpm por 15 min.). Ao final, o sobrenadante de cada fração foi transferido para balão volumétrico e completado o volume para 10 mL com água destilada (LARRAURI et al. 1997).

Para a determinação dos Polifenóis Extraíveis Totais (PET), utilizou-se de tubos de ensaio para o preparo de no mínimo três repetições em triplicata, a partir do extrato obtido anteriormente. Em ambiente escuro, adicionou-se 1 mL do extrato, 1 mL do folin ciocalteau (1:3), 2 mL do carbonato de sódio (20%), 2 mL de água destilada e homogeneizou-se. As leituras foram realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes em espectrofotômetro a 700 nm (OBANDA e OWUOR 1997). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$  da amostra.

A atividade antioxidante foi determinada utilizando dois métodos diferentes, os quais foram: ABTS (2,2'azinobis-(3- ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)) e DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil) de acordo com a metodologia descrita por Rufino et al. (2007). A partir do extrato, preparou-se tubos de ensaio com no mínimo três diluições diferentes, em triplicata, de forma que o volume final da diluição foi 30  $\mu\text{L}$  (determinam-se as alíquotas e depois se completa o volume com água destilada até atingir 30  $\mu\text{L}$ ). Em seguida, adicionou-se 3,0 mL do radical ABTS<sup>•+</sup> ajustado para os tubos contendo a amostra e homogeneização em agitador de tubos. Realizou-se a leitura a 734 nm após 6 minutos da mistura e utilizou-se o álcool etílico P.A. como branco para calibrar o espectrofotômetro.

A atividade do radical DPPH• (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) foi medida através da extinção do máximo da absorção em 517 nm. A solução de DPPH• foi diluída com etanol, para uma absorbância entre 0,900 e 1,000 a 517 nm. O método consistiu na mistura de 100  $\mu\text{L}$  da amostra com 3,90 mL de solução de DPPH 60 $\mu\text{M}$ . As leituras de absorbância foram realizadas nos tempos zero (sem adição de amostra) e 60 min (com adição de amostra). A absorbância foi medida em 515 nm. Os resultados foram expressos como g amostra/g DPPH<sup>-1</sup> EC50 expresso em g amostra/g DPPH.

### 2.3.2.1 Análise toxicológica

As farinhas das duas espécies de *Pereskia* foram avaliadas quanto às suas propriedades toxicológicas, de acordo com a metodologia descrita por Meyer et al., (1982). Para realização da análise, foram adicionados em um recipiente 500 mL de solução de água do mar artificial incubada sob iluminação artificial, 0,2 g de cistos de *Artemia salina*, mantendo a água em agitação constante com o auxílio de uma bomba de aquário para a aeração. Após a eclosão os organismos-testes

(náuplios de *Artemia*) foram expostos à amostra por 48 h., sendo utilizados tubos de ensaio cada um contendo 10 náuplios de *Artemia salina*, previamente selecionados. A faixa de concentração foi testada buscando-se a maior concentração desde que se observe 100% de mortalidade e a menor concentração em que se deflagre 0% de mortalidade; as demais concentrações foram distribuídas dentro desse limite de modo a se obter a DL50 (dose letal para 50% da população) do composto testado.

#### **2.4 Análises físicas das farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia***

Nas *P. aculeata* e *P. grandifolia* foram realizadas análises tecnológicas tais como: densidade aparente, densidade compactada, índice de compressibilidade (IC), fator de Hausner (FH) e solubilidade.

Densidade aparente: foi determinada através da pesagem da farinha em proveta graduada de 10 mL, sem compactação, para determinação do volume total ocupado pelo sólido, de acordo com o método utilizado por Souza et al. (2010).

Densidade compactada: para a determinação da densidade compactada, pesou-se uma massa da farinha de *P. aculeata* e *P. grandifolia* até completar uma proveta graduada de 10 mL. A densidade compactada foi determinada a partir da massa da farinha contida na proveta depois de ser batida manualmente 50 vezes sobre a superfície de bancada a uma altura de 10 cm (TONON et al. 2013).

Índice de compressibilidade: o índice de compressibilidade é um método simples para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de pós através da comparação da densidade aparente ( $\rho_a$ ) e da densidade compactada ( $\rho_c$ ) da farinha.

Fator de Hausner: o fator de Hausner é usado para avaliar indiretamente as propriedades de fluxo de pós. A partir da densidade aparente ( $\rho_a$ ) e da densidade compactada ( $\rho_c$ ) determina-se o fator de Hausner, de acordo com a metodologia de Hausner (1967), onde o fator está correlacionado com a fluidez de um pó ou material granulado.

Solubilidade: foi determinada pelo método de Eastman e Moore (1984) e modificado por Cano-Chauca et al. (2005), que consiste na adição de 0,5 g de amostra em um recipiente contendo 50 mL de água destilada, sob agitação magnética de 1000 rpm por 5 minutos, seguida por centrifugação a 2600 rpm por 5 minutos. Uma alíquota de 12,5 mL do sobrenadante foi transferida para uma placa de Petri previamente pesada e submetida à secagem em estufa a 105 °C por 24 h.

#### **2.5 Composição mineral**

A investigação ocorreu nas amostras onde aproximadamente 0,1 g foram pesadas diretamente nos tubos de digestão, em seguida foi adicionado 5 mL de ácido nítrico. Os tubos permaneceram abertos por 15 minutos para pré-digestão. Em seguida, as amostras foram submetidas ao processo de digestão utilizando um digestor de microondas com sistema fechado modelo MARS 6 (CEM, Mattheus, USA) com rampa de 20 minutos e 15 minutos de permanência a 210 °C. Após o processo de digestão, os extratos das amostras foram dissolvidos em água MilliQ em balões volumétricos de 50 mL. Para a quantificação dos analitos, foi utilizado um Espectrômetro de Emissão Atômica de Plasma por Microondas (MP- AES), modelo 4200 Agilent.

## 2.6 Análise termogravimétrica (TG)

A análise termogravimétrica (TG/DTG) foi realizada em um equipamento da marca NETZSCH, modelo STA 449F3, sob atmosfera de nitrogênio (50ml/min), a uma taxa de aquecimento de 5°C/min, da temperatura ambiente até 600°C. Foi adicionado aproximadamente 3 mg das amostras em cadinho aberto de alumina.

## 2.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A morfologia das partículas das farinhas foi analisada através da microscopia eletrônica de varredura (MEV). As amostras foram fixadas em stubs de alumínio, recoberto com fita dupla face de carbono, metalizadas com ouro durante 200 segundos (Ion Sputter Coater-G20) e observadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (VEGA4, TESCAN).

# 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

## 3.1 Análises físico-químicas da *P. aculeata* e *P. grandifolia in natura* e das farinhas

Foi possível a análise comparativa entre as espécies de ora-pro-nóbis, os resultados obtidos na avaliação físico-química das folhas *in natura* e farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* estão dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Comparação de porcentagem de teores físico-químicos nas folhas *in natura* e farinha entre as ora-pro-nóbis.

Parâmetros analisados	<i>Pereskia aculeata</i>		<i>Pereskia grandifolia</i>	
	<i>In natura</i>	Farinha	<i>In natura</i>	Farinha
Teor de água (%b.u)	88,91 ± 0,27	5,7 ± 0,23	87,0 ± 0,5	4,8 ± 0,14
Aw	0,971 ± 0,001	0,230 ± 0,005	0,974 ± 0,002	0,243 ± 0,005
Cinzas (%)	1,8 ± 0,1	14,2 ± 0,22	2,1 ± 0,1	15,9 ± 0,1

Proteínas (%)	–	17,48 ± 0,01	–	21,86 ± 0,13
Lipídeos (%)	–	6,18 ± 0,31	–	8,78 ± 0,13
Carboidratos (%)	–	56,44	–	48,66
Valor energético total (Kcal)	–	351,32	–	361,08
L	29,25	14,54	28,84	30,91
-a*	-5,49	-0,23	-6,13	-5,78
b*	13,53	7,14	13,93	29,92

VET: Valor energético total; L: Luminosidade; -a\*: intensidade de verde; b\*: intensidade de amarelo

Observa-se que os teores da maioria dos parâmetros avaliados foram superiores para a espécie *P. grandifolia* tanto nas folhas *in natura* como também na forma desidratada, com exceção apenas para o teor de água e de carboidratos que foram superiores em *P. aculeata*. Resultado semelhante foi observado por Santos (2023).

Os teores de água nas folhas *in natura* de *P. aculeata* e de *P. grandifolia* foi de 88,91% e 87,0%, respectivamente. As folhas de vegetais são compostas em maior quantidade pela água e em ora-pro-nóbis, os teores chegam a mais de 80%, valor também encontrado em outras literaturas. A redução dos teores de água na farinha mostrou o efeito do processo de secagem onde parte da umidade foi retirada.

As folhas desidratadas de *P. aculeata* e de *P. grandifolia* apresentaram teor de umidade de 5,7% e 4,8% respectivamente, estando em conformidade com a faixa de umidade máxima de 15% para farinhas, amidos e farelos, sendo que esse valor é determinado pelo menor risco de desenvolvimento de microrganismos (BRASIL, 2022).

A atividade de água (aw) foi reduzida quando folhas frescas de ora-pro-nóbis foram submetidas a desidratação, obtendo farinhas com baixa umidade, observado principalmente na farinha de *P. aculeata* onde a aw é menor. Altos índices de aw propicia condições favoráveis para a proliferação de microrganismos patogênicos, comprometendo a qualidade e segurança do produto com perdas significativas (MOREIRA et al., 2021). Uma atividade de água inferior a 0,60 limita o desenvolvimento de microrganismos nos produtos, por isso, as farinhas obtidas tendem a maior durabilidade e maior tempo de conservação se comparadas a forma *in natura*, o que é essencial para a qualidade do produto.

Comparando o teor de cinzas das ora-pro-nóbis, os valores variaram de 14,2% a 15,9% entre as farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*, respectivamente. Nesse aspecto, a *P. grandifolia* destaca-se com um maior conteúdo mineral, mostrando-se promissora no consumo alimentar como uma interessante fonte de minerais. A determinação dos componentes minerais torna-se relevante e neste estudo, os principais minerais quantificados foram o potássio, o cálcio e o magnésio.

As farinhas de ora-pro-nóbis apresentaram teor proteico de 17,48 g/100g (*Pereskia aculeata*) e 21,86 g/100g (*Pereskia grandifolia*), superior ao estabelecido na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-TACO (2018) para a farinha de trigo (9,8 g/100g). Segundo Brasil (2005), a ingestão diária recomendada (IDR) de proteínas para uma pessoa adulta é estimada em 50 g, para crianças, de 7 a 10 anos, é de 34 g. Com isso, o uso da farinha torna-se interessante, uma vez que pode ser incorporado em preparações para suprir a necessidade desse nutriente. Manetta et al. (2023) avaliaram a composição de ora-pro-nóbis e constataram teores de proteína entre 15,61 e 21,81% nas folhas secas da planta, próximo ao encontrado neste estudo. A ora-pro-nóbis é conhecida popularmente como “carne de pobre” pelo seu alto teor de proteína (SANTOS, QUEIROZ E MELO, 2021).

O aporte proteico de ora-pro-nóbis supera os teores observados para as farinhas de centeio, integral; farinha de milho; farinha de rosca; farinha de trigo e farinha láctea que, de acordo com a TACO (2018), os teores variam de 7,2 g/100g a 12,5 g/100g, as quais possuem composição mais energética representada pela quantidade expressa de carboidratos. Assim, tanto a farinha de *P. aculeata* quanto a farinha de *P. grandifolia* são alternativas de PANCs relevantes em uma dieta alimentar que vise melhor aporte proteico.

O teor de lipídeos encontrado na farinha de ora-pro-nóbis em estudo, apresentou valor médio de 6,18 g/100 g (*Pereskia aculeata*) e 8,78 g/100 g (*Pereskia grandifolia*). Apesar dos teores encontrados, ainda assim é a macromolécula menos abundante na composição química da ora-pro-nóbis, cujos resultados foram semelhantes a outros estudos realizados (SANTOS, 2023; CAZAGRANDA et al., 2022; MATTOS et al., 2018; ALMEIDA, 2012; TAKEITI et al., 2009).

Ambas as espécies apresentaram valores consideráveis de carboidratos em base seca, sendo 56,44% em *P. aculeata* e 48,66% em *P. grandifolia*. Os teores apresentados foram superiores aos de Manetta et al. (2023), Sommer et al. (2022), Maciel et al. (2021) e Rocha et al. (2008), que obtiveram em *P. aculeata* os seguintes valores: 29,65%, 1,84%, 51,61% e 36,18% respectivamente. Os carboidratos são fontes energéticas para o desenvolvimento das atividades biológicas do organismo, logo, as farinhas de ora-pro-nóbis tem grande potencial energético para ser consumida.

Com base nos dados da Tabela 1, é possível a identificação de comportamentos diferentes quanto ao parâmetro L (luminosidade), onde as folhas de ambas as espécies de *Pereskia* são levemente escuras. O método de secagem resulta em perda considerável da cor pela degradação de determinados pigmentos (XU et al. 2020). Para o parâmetro b\* as diferenças foram mais significativas, com maior tendência à coloração amarelada para a farinha de *P. grandifolia* (29,92). De modo geral, as espécies estudadas de ora-pro-nóbis possuem coloração mais esverdeada e amarelada, com intensidade mais escura para *P. aculeata*.

### 3.1.1 Determinação dos compostos fenólicos totais, antioxidantes e análise toxicológica das folhas e farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*

Os valores das análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante das folhas *in natura* e farinhas de ora-pro-nóbis estão apresentados na Tabela 2, constatando expressiva concentração de polifenóis extraíveis totais (PET) e capacidade antioxidante. A capacidade antioxidante foi avaliada pelos métodos ABTS (2,2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid)) e DPPH (2,2 difenil-1-picril-hidrazil).

**Tabela 2.** Comparação de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante nas folhas *in natura* e farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*.

Análises	<i>P. aculeata</i>		<i>P. grandifolia</i>	
	<i>In natura</i>	Farinha	<i>In natura</i>	Farinha
<b>PET</b>	87,69±0,93	485,61±0,32	118,00±0,51	1129,59±0,43
<b>ABTS</b>	6,26±1,64	38,97±1,18	10,94±0,30	19,41±0,80
<b>DPPH</b>	317,34±0,09	21,24±1,21	317,69±0,26	15,78±1,26

\*PET: Polifenóis extraíveis totais (mg/100g); ABTS ( $\mu\text{M}$  de Trolox/g da amostra); DPPH: EC 50 (g de amostra/g de DPPH). Os valores expressos são médias  $\pm$  desvio padrão.

Os teores de polifenóis totais foram mais expressivos nas folhas *in natura* e farinhas de *P. grandifolia*, com valores diferindo consideravelmente entre as espécies de *Pereskia*. Nas folhas frescas os valores variaram de 87,69 mg 100g<sup>-1</sup> a 118,00 mg 100g<sup>-1</sup> em *P. aculeata* e *P. grandifolia*, respectivamente.

Após o procedimento térmico de secagem, observou-se maiores quantidades de polifenóis extraíveis totais nas ora-pro-nóbis, uma vez que houve concentração dos componentes. A quantidade de polifenóis na farinha de *P. aculeata* foi menor (485,61 mg 100g<sup>-1</sup>) quando comparado ao teor encontrado na farinha *P. grandifolia* cujo aumento foi expressivo (1129,59 mg 100g<sup>-1</sup>). Apesar do mesmo tratamento térmico, o método de secagem influenciou de maneira diferente entre as espécies estudadas. Por se tratar de duas espécies, apresentaram comportamentos diferentes quanto às condições de temperatura.

Os resultados obtidos no ensaio ABTS mostraram alterações na capacidade antioxidante após o processo de secagem das folhas de ora-pro-nóbis na temperatura de 60 °C, cuja capacidade antioxidante das farinhas foi superior à das folhas *in natura*. A farinha de *P. aculeata* se destacou com maior atividade antioxidante (38,97±1,18  $\mu\text{M}$  de trolox/g), o que pode estar relacionado a melhor preservação dos compostos antioxidantes sob a temperatura de secagem determinada. De acordo com Sommer et al. (2022), o tempo de secagem influencia na preservação dos compostos

bioativos. Dessa forma, a sensibilidade dos compostos antioxidantes e fenólicos em temperaturas mais elevadas pode causar a degradação dos mesmos, diminuindo o potencial antioxidante (TORRES et al., 2022).

Pelo ensaio DPPH foi identificado maior atividade antioxidante nas farinhas de *P. grandifolia* (15,78g), que também apresentou maior concentração de polifenóis totais, com resultados expressos em EC50 (concentração de extrato capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH). O menor IC50 representa melhor capacidade antioxidante (TORRES et al., 2022).

Os métodos utilizados para determinação da atividade antioxidante obtiveram resultados diferentes, o que está relacionado às propriedades de cada método diante das amostras. Torres et al. (2022) enfatizam a importância de mais de um mecanismo para avaliação da capacidade antioxidante da amostra. O mecanismo DPPH apresentou uma relação com a quantidade de PET e a capacidade antioxidante. As variações quanto aos teores de polifenóis totais e a atividade antioxidante pelo método ABTS nas farinhas obtidas foram também observadas por Torres et al. (2022), Almeida et al. (2020) e Silva et al. (2019) em trabalhos relacionados a determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante com espécies distintas.

De modo geral, a ora-pro-nóbis além de suas propriedades nutricionais, apresenta capacidade antioxidante relevante pela presença de compostos bioativos tanto nas folhas frescas como também nas farinhas. Os extratos naturais com capacidade antioxidante desempenham papel importante no combate ao estresse oxidativo que causam desequilíbrios e doenças no organismo. A atividade antioxidante de compostos bioativos pode prevenir o desenvolvimento de doenças como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes mellitus (GARCIA et al., 2019).

### 3.3.2.1 Análise toxicológica

A avaliação da toxicidade das farinhas de ora-pro-nóbis é fundamental para a segurança do alimento no consumo humano. Assim, os resultados foram positivos para um consumo seguro, uma vez que apresentaram baixa ou nenhuma toxicidade (Tabela 3).

**Tabela 3.** Atividade citotóxica das farinhas de ora-pro-nóbis.

Parâmetro	Farinha de <i>P. aculeata</i>	Farinha de <i>P. grandifolia</i>
Citotoxicidade DL50	2417,32 µg/mL	971,49 µg/mL

Dose Letal (DL50). \*\*Resultado expresso como média + desvio padrão (n = 3).

A farinha de *P. aculeata* não apresentou atividade citotóxica, com DL50 > 1000 µg/mL, enquanto que a farinha de *P. grandifolia* apresentou baixo nível de toxicidade (971,49 µg/mL) com DL50 > 500 µg/mL, o que pode estar associado a concentração de compostos fenólicos.

Trabalhos recentes sobre a atividade citotóxica de *Pereskia* spp. demonstraram ausência de toxicidade. Garcia et al. (2019) estudaram a hepatotoxicidade de extratos de *P. aculeata* e constataram a ausência de toxicidade hepática. Maciel et al (2018) mostraram que extratos aquosos de *P. aculeata* administrados a células Caco-2 não mostraram nenhum efeito citotóxico dentro da faixa de dosagem estudada (185-890 ng mL<sup>-1</sup>).

### 3.2 Análises físicas das farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*

Os parâmetros físicos avaliados nas farinhas de ora-pro-nóbis foram determinados, obtendo valores aproximados entre as espécies de *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*, conforme apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Avaliação dos parâmetros físicos das farinhas das folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*.

Parâmetros físicos	<i>Pereskia aculeata</i>	<i>Pereskia grandifolia</i>
Densidade aparente (g mL <sup>-1</sup> )	2,54±0,03	2,52±0,01
Densidade compactada (g mL <sup>-1</sup> )	4,12±0,05	3,71±0,55
Índice de Carr (%)	38,00±0,63	32,17±0,55
Fator de Hausner	0,62±0,01	0,68±0,01
Solubilidade (%)	94,62±0,51	91,76±0,73

Em relação ao parâmetro de densidade, observou-se comportamento semelhante entre as densidades aparente e compactada para as farinhas de *P. aculeata*, onde ambas são superiores aos encontrados para as farinhas de *P. grandifolia*, com valores de 2,54 g/mL<sup>-1</sup> e 4,12 g/mL<sup>-1</sup>, respectivamente. A densidade compactada foi superior a aparente em ambas as farinhas. Silva et al. (2017) explicam que a densidade aparente é sempre inferior à compactada justamente pela menor quantidade de espaços vazios que esta última apresenta, resultado da compressão de partículas. Assim, a determinação da densidade ajuda a entender as propriedades de fluxo de pós através da avaliação indireta da fluidez pelos parâmetros do índice de Carr e fator de Hausner. Quando o fluxo é adequado é possível o empacotamento de partículas uniformes e uma relação de volume de massa constante (PINTO et al., 2022).

O índice de Carr (IC) variou entre 32,17% e 38% nas farinhas de ora-pro-nóbis, expressando uma fluidez bastante deficiente, pois quanto mais alto os valores de IC, menos excelente é a fluidez. De acordo com Santhalakshmy et al. (2015), produtos com valores de IC inferior a 15% apresentam

fluidez excelente. O índice de Carr (IC) está relacionado ao estudo do escoamento e compressão de um sólido (VILLANOVA et al., 2012), sendo importante parâmetro associado ao empacotamento de pós. As farinhas de ora-pro-nóbis apresentaram valores de fator de Hausner que demonstram baixa coesividade. Valores entre 1,00 a 1,11 (IC < 10%) indicam excelente fluxo (PINTO et al., 2022), sendo que o aumento do índice de Hausner está associado a um fluxo não adequado. O formato das microestruturas das farinhas pode interferir na absorção de água e na compressão das partículas.

Os resultados para o parâmetro de solubilidade mostraram valores superiores a 90% para as farinhas de folhas de ora-pro-nóbis avaliadas, sendo que nas farinhas de folhas de *P. aculeata* a solubilidade chegou a 94,62%.

### 3.3 Análises dos teores de minerais das farinhas de ora-pro-nóbis

Os minerais exercem papel importante na regulação de atividades celulares no organismo animal e são elementos essenciais no desenvolvimento de vegetais, as quais são fonte primária na cadeia alimentar.

Na Tabela 5 são apresentados os teores de macronutrientes e micronutrientes da farinha das folhas de *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*.

**Tabela 5.** Composição mineral da farinha de folhas de ora-pro-nobis (mg g<sup>-1</sup>).

Minerais	<i>Pereskia aculeata</i>	<i>Pereskia grandifolia</i>
Cálcio (mg/g)	23,91±0,20	23,6±1,35
Magnésio (mg/g)	14,32±0,21	22,60±1,08
Potássio (mg/g)	43,91±0,58	33,81±0,23
Sódio (mg/g)	–	7,15±0,46
Cobre (mg/g)	0,02±0,0005	0,01±0,0003
Zinco (mg/g)	0,01±0,001	0,03±0,0003
Ferro (mg/g)	0,13±0,02	0,19±0,04
Manganês (mg/g)	0,16±0,008	0,14±0,02

Em relação aos minerais pesquisados, o potássio foi o mais abundante, enquanto que cobre e zinco, os menos abundantes, o que mostra concentrações variadas entre macronutrientes e micronutrientes. Como trata-se de duas espécies distintas, os teores de minerais encontrados tiveram valores específicos para cada uma.

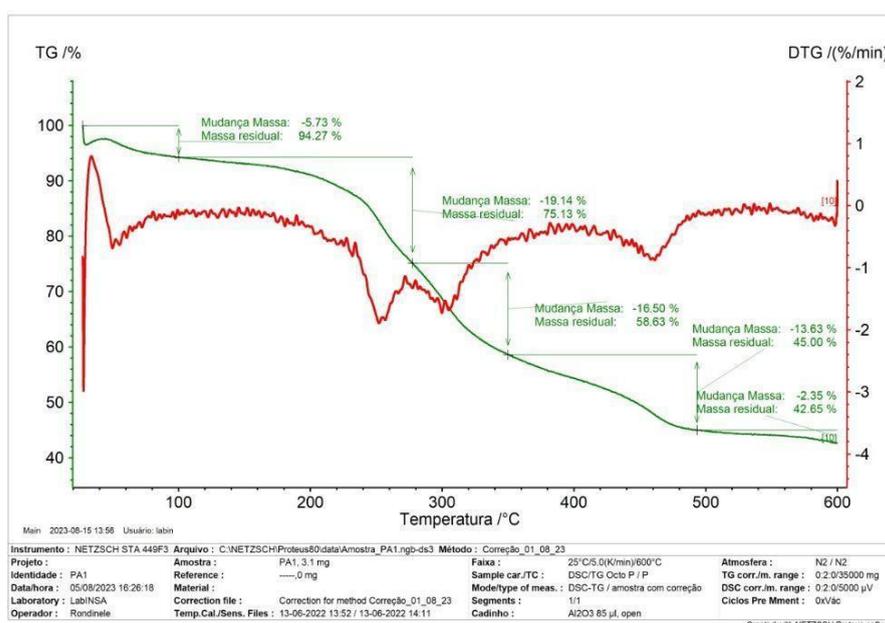
Observa-se que a *P. aculeata* (43,91 mg 100 g<sup>-1</sup>) apresenta maiores níveis de potássio em relação a *P. grandifolia* (33,81 mg 100 g<sup>-1</sup>). Tal resultado é semelhante ao observado por Almeida et al. (2014), na qual relatam teores de 3.910,00 mg 100 g<sup>-1</sup> e 3.186,67 mg 100 g<sup>-1</sup> de potássio nas

farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*, respectivamente. Ambas as espécies apresentaram altos índices de cálcio e magnésio nas folhas, onde a *P. grandifolia* contém mais magnésio (22,60 mg 100 g<sup>-1</sup>) em suas folhas. Em Takeiti et al. (2009), Oliveira et al. (2013), Barreira et al. (2021) e Cândido et al. (2022), os valores de cálcio e magnésio foram variando de 427,08 a 3.420 mg 100 g<sup>-1</sup> para o cálcio e de 88,84 a 1.900 mg 100 g<sup>-1</sup> para o magnésio.

Dos micronutrientes, a concentração de manganês foi maior em *P. aculeata* (0,16 mg 100 g<sup>-1</sup>) e o sódio em *P. grandifolia* (7,15 mg 100 g<sup>-1</sup>), seguido pelo maior teor de ferro (0,19 mg 100 g<sup>-1</sup>). Os níveis de minerais nas folhas de ora-pro-nóbis variam em função do tipo de solo e condições climáticas (Cândido et al., 2022). Além disso, as concentrações de minerais também se diferenciam quanto ao tipo de mineral (macro e micronutriente). Sendo assim, a ora-pro-nóbis, torna-se uma espécie alimentar indispensável para elencar estratégias alimentares e segurança nutricional de consumidores cujos hábitos alimentares estão diretamente relacionados ao consumo desta espécie (BARREIRA et al., 2021).

### 3.4 Análise Termogravimétrica (TGA) e Termogravimetria Derivada (DTG)

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se as curvas correspondentes das amostras obtidas sob atmosfera de nitrogênio na faixa de 25 °C a 600 °C de temperatura, sendo possível observar perda de massa das farinhas em função da temperatura.



**Figura 1.** Curva termogravimétrica das farinhas de *Pereskia aculeata*.

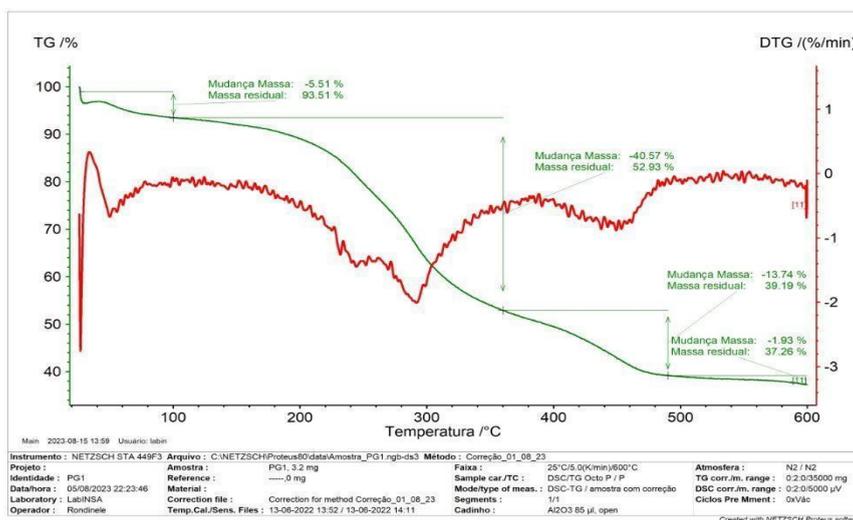


Figura 2. Curva termogravimétrica das farinhas de *Pereskia grandifolia*.

Na Tabela 6 são apresentados os dados obtidos a partir das curvas termográficas das farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia*.

Tabela 6. Dados obtidos das curvas de TGA e DTG para as amostras de farinhas de ora-pro-nóbis.

Amostras	Estágios	T (°C)	Perda de massa (%)	Resíduo a 600 (°C)
Farinha de <i>P. aculeata</i>	1°	25 – 100	5,73	42,65
	2°	100 – 280	19,14	
	3°	280 – 349	16,50	
	4°	350 – 498	13,63	
	5°	498 - 600	2,35	
Farinha de <i>P. grandifolia</i>	1°	25 – 100	5,51	37,26
	2°	100 – 360	40,57	
	3°	360 – 490	13,74	
	4°	490 – 600	1,93	

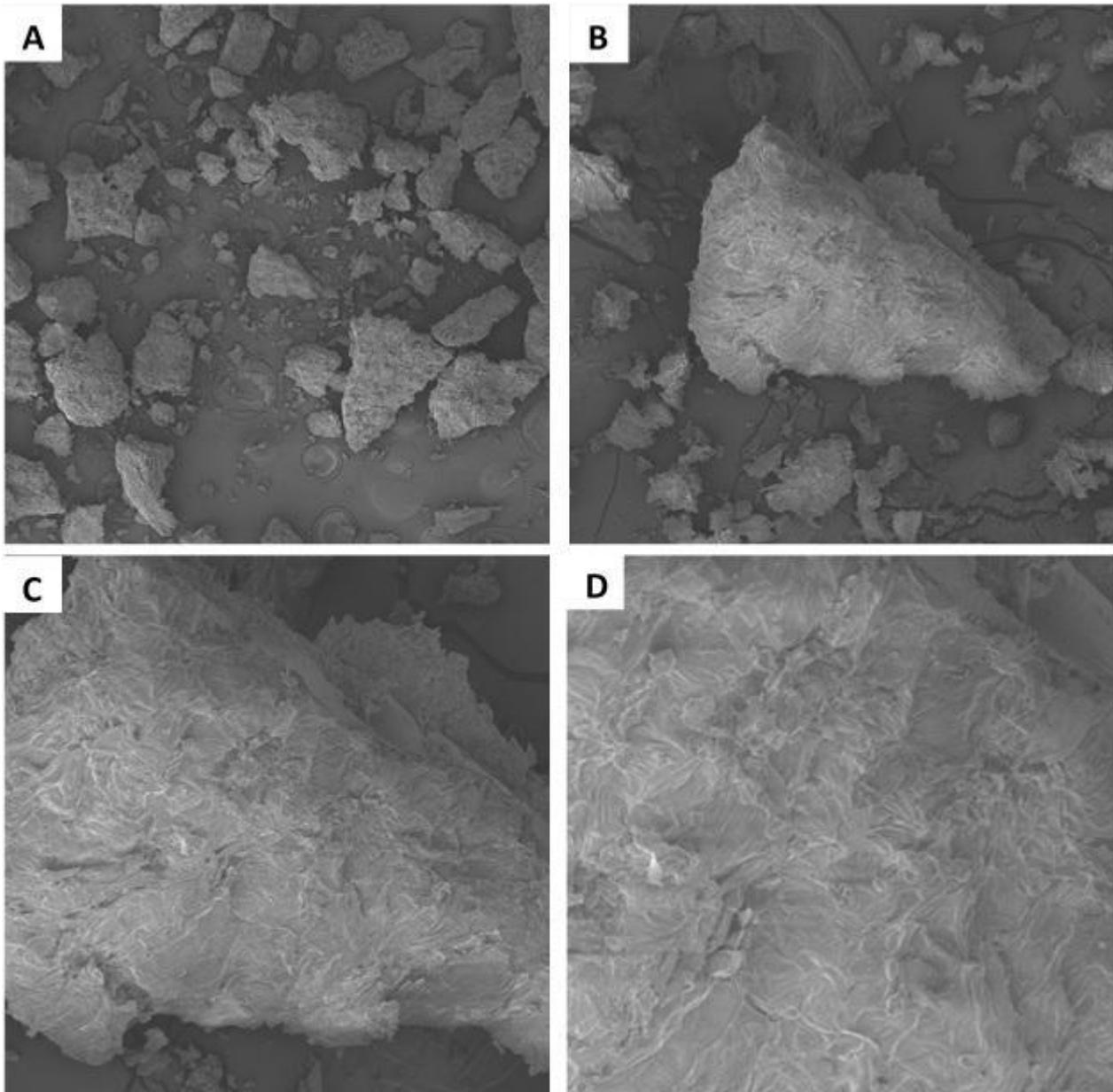
As curvas de TGA e DTG demonstraram variações de massas com alguns eventos de decomposição da amostra. A técnica de termogravimetria auxilia no entendimento do comportamento térmico de um produto sob condições de tempo e temperatura que podem ser pré-estabelecidos (MACHADO, 2022).

Observou-se que os estágios de decomposição variaram entre as amostras, sendo a farinha de *P. aculeata* com cinco estágios, com maior perda de massa (19,14%) observada no 2° estágio na faixa de 100 °C – 280 °C. Na farinha de *P. grandifolia*, o aumento de perdas na massa foi observada também no 2° estágio, porém a faixa de temperatura foi de 100 °C a 360 °C, com perda de 40,57% da massa. Entre os 25 a 100 °C, os eventos de perda de massa são menores e está relacionada à desidratação das amostras com a perda de água.

A massa residual das amostras a 600 °C foi superior a 50%, com maior perda de massa na farinha de *P. grandifolia* onde a massa resultante das perdas ao longo do aumento de temperaturas foi de 37,26%. Na farinha de *P. aculeata* a massa residual chegou a 42,65%. As taxas de perdas da massa tendem a aumentar à medida que a temperatura de aquecimento é elevada (SILVA et al., 2021). De modo geral, as farinhas de OPN apresentaram estabilidades térmicas semelhantes, com picos de decomposição entre os 100 °C e 360 °C aproximadamente.

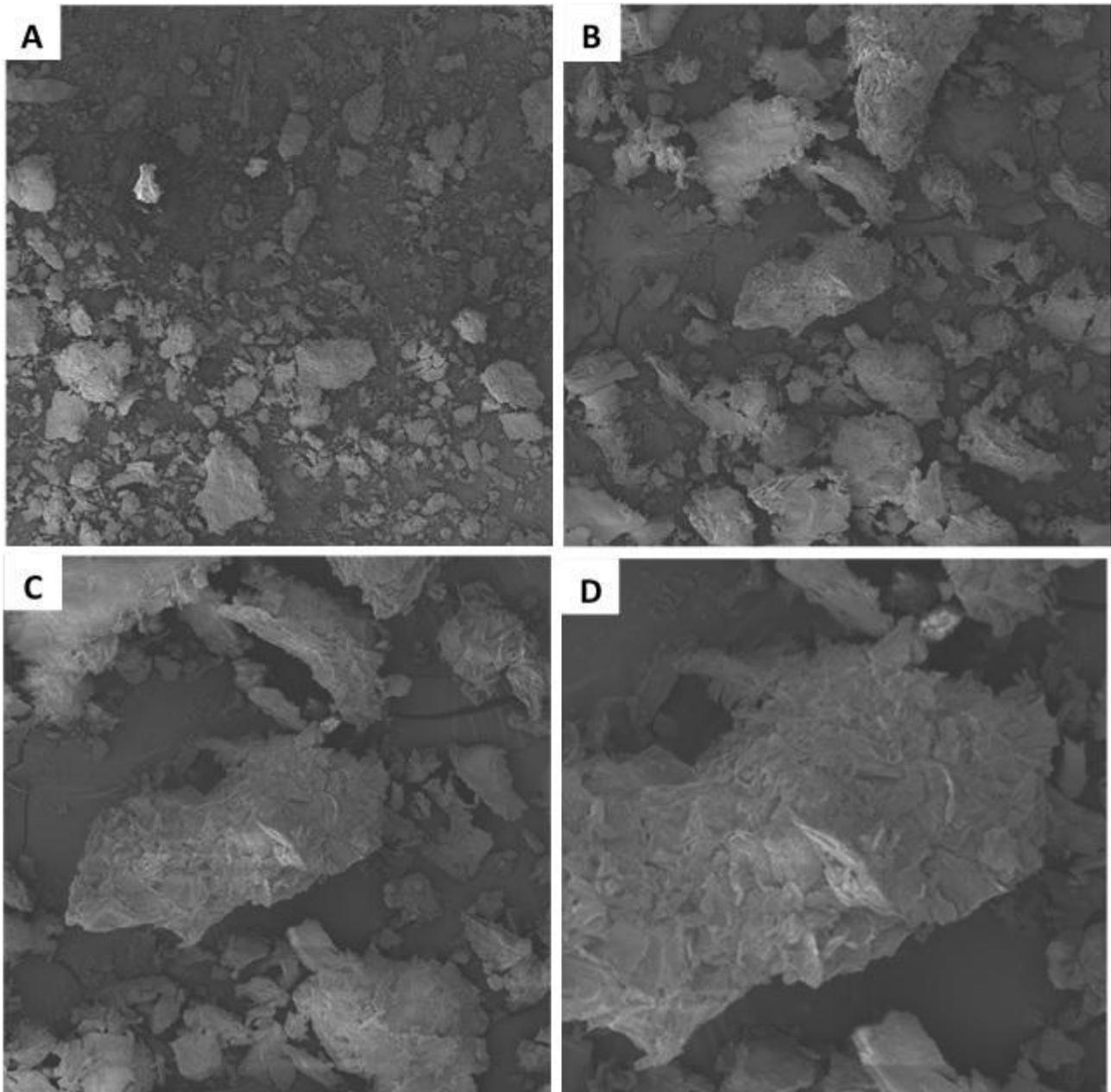
### **3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

Nas Figuras 3 e 4 apresenta-se as micrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) das partículas das farinhas de *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*, com ampliação de 100, 500, 1000 e 2000 x.



**Figura 3.** Micrografias por microscópio eletrônico de varredura (MEV) da farinha de *P. aculeata*: (A) com ampliação de 100 x; (B) com ampliação de 500 x; (C) com ampliação de 1000 x; (D) com ampliação de 2000 x.

As imagens de MEV das amostras de farinhas de *P. aculeata* (Figura 3) mostram a presença de partículas com tamanhos variados e de formato mais triangular nas estruturas maiores. É possível perceber a presença de modificações na estrutura, observadas na ampliação de 1000x e 2000x, resultante do seu processamento. A MEV das farinhas de *P. grandifolia* são apresentadas na Figura 4, onde é possível a identificação de estruturas visivelmente menores quando comparadas as amostras analisadas de *P. aculeata*, com fissuras perceptíveis a partir da ampliação de 1000x.



**Figura 4.** Micrografias por microscópio eletrônico de varredura (MEV) das farinhas de *P. grandifolia*: (A) com ampliação de 100 x; (B) com ampliação de 500 x; (C) com ampliação de 1000 x; (D) com ampliação de 2000 x.

Verificou-se que as farinhas analisadas apresentaram microestruturas irregulares e formato indefinido, além de não exibirem uniformidade nos tamanhos das partículas. Ozkan et al. (2019) ressaltaram que a trituração mecânica de matérias-primas desidratadas não possibilita um controle adequado do tamanho das partículas, o que contribui para a desuniformidade e aglomeração delas após os processos de secagem. É importante a utilização de outros métodos para obtenção de

partículas mais uniformes, assim, dentre estes, pode-se citar a secagem por atomização com a utilização do *spray dryer* (ENGEL et al., 2016).

De acordo com Navaf et al. (2020), o tamanho e a forma das partículas exercem um impacto significativo sobre as propriedades funcionais, tais como digestibilidade, capacidade de absorção de água e poder de intumescimento. Partículas menores, devido a sua área superficial, demonstram potencial para melhor digestibilidade e maior atividade enzimática.

#### 4. CONCLUSÕES

As propriedades das farinhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia grandifolia* e *Pereskia aculeata*) são adequadas para aplicação na elaboração do macarrão, além disso, pode contribuir no aumento dos teores de proteínas, minerais e compostos bioativos.

O potencial de *P. grandifolia* como fonte de proteínas e minerais é interessante e pode trazer efeito positivo na produção de macarrão. Os teores protéicos nas farinhas de *P. grandifolia* e *P. aculeata* são maiores do que as de farinhas convencionais, o que valoriza seu uso na complementação das mesmas, e associado ao fato de serem PANCs com forma de cultivo considerado vantajoso, é um caminho para a diversificação de culturas agrícolas.

O produto seco de ora-pro-nóbis é uma opção que facilita o acesso e manuseio para consumo na alimentação. Além disso, o baixo nível de umidade das farinhas aumenta as chances de maior durabilidade e tempo de conservação. A secagem convectiva também possibilita reduzida concentração de antinutrientes, favorecendo a qualidade nutritiva das farinhas de ora-pro-nóbis. Dessa forma, o método de secagem, a temperatura utilizada e tempo de exposição das amostras influenciam na qualidade final do produto.

Quanto às propriedades físicas, a morfologia das farinhas de ora-pro-nóbis com formato indefinido e microestruturas irregulares tem efeito na densidade das farinhas, diminuindo a capacidade de absorção de água e assim, pode influenciar na compactação e digestibilidade das massas.

As farinhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* são consideradas seguras para consumo humano, evidenciado pela sua capacidade citotóxica e apresenta atributos benéficos à saúde seja pela capacidade antioxidante como também pela rica fonte nutricional. É importante o incentivo à produção e valorização destas PANCs como opção alimentícia de qualidade.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. I. de O.; COSTA, F.; PAULINO, C. G.; ALMEIDA, M. J. de O.; DAMACENO, M. N.; SANTOS, S. M. L. dos; FARIAS, V. L. de. Effect of pasteurization on bioactive compounds and antioxidant activity of *Ziziphus joazeiro* Mart. fruit pulp. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 5, p. e135953245, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i5.3245. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3245>. Acesso em: 5 sep. 2023.

ARAÚJO, J. C. **A TRANSFORMAÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Miller), PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL, EM INGREDIENTE PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**. 2022. Monografia (Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 70p.

BARREIRA, T. F.; PAULA FILHO, G. X.; PRIORE, S. E.; SANTOS, R. H. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest. **Food Science and Technology**, v. 41, n. 1, 2021.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada - Rdc Nº 272, De 22 De Setembro De 2005. Aprova O Regulamento Técnico Para Produtos Vegetais, Produtos De Frutas E Cogumelos Comestíveis**. Diário Oficial Da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada - Rdc Nº 711, de 1º de Julho de 2022**. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_711\\_2022\\_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_711_2022_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81). Acesso em: 29 ago. 2023.

CIRÍACO, A. C. A.; MENDES, R. M.; CARVALHO, V. S. Antioxidant activity and bioactive compounds in ora-pro-nóbis flour (*Pereskia aculeata* Miller). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 26, p. e2022054, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.05422>>. Acesso em: 04 out. 2023.

CONCEIÇÃO, M. C.; JUNQUEIRA, L. A.; GUEDES SILVA, K. C.; PRADO, M. E. T.; DE RESENDE, J. V. Thermal and Microstructural Stability of a Powdered Gum Derived from *Pereskia aculeata* Miller Leaves. **Food Hydrocoll**, v. 40, p. 104–114, 2014.

FAO, FIDA, OMS, PAM e UNICEF. 2023. O estado da segurança alimentar e nutricional no mundo 2023. Urbanização, transformação dos sistemas agroalimentares e dietas saudáveis ao longo do continuum rural-urbano. Roma, FAO. Disponível em: <<https://doi.org/10.4060/cc3017es>>. Acesso em: 27 nov. 2023.

GARCIA, J. A. A.; CORRÊA, R. C. G.; BARROS, L.; PEREIRA, C.; ABREU, R. W. V.; Alves, M. J.; CALHELHA, R. C.; PERALTA, R. M.; FERREIRA, I. C. F. R. Phytochemical Profile And Biological Activities Of 'Ora-Pro-Nobis' Leaves (*Pereskia Aculeata* Miller), An Underexploited Superfood From The Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, v. 294, p. 302-308, 2019.

HISSATOMI, C. M.; GORGEN, D. K.; DE SOUZA ROGINSKI, G.; HOFFMANN, L. F.; DA SILVA, T. M.; CARNITATTO, I.; GARCIA, J. R. N. Utilização da planta alimentícia não convencional ora pro nobis em educação Nutricional. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3(4), p. 3846-3855, 2020. Disponível em:

<<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/20319/16247>>. Acesso em: 04 out. 2023.

Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Normas Analíticas Do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos E Físicos Para Análise De Alimentos**. 4. Ed. São Paulo: IAL, p. 1020, 2008.

LARRAURI, J. A. RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agric Food Chem**. V. 45, p. 1390-1393. 1997.

MACHADO, G. de O. **Desenvolvimento tecnológico e caracterização físico-químico da farinha de carnaúba (Copernicia prunifera (Mill.) HE Moore)**. 2022. Monografia (Curso de Tecnologia em Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 40p.

MACIEL, V.; YOSHIDA, C.; BOESCH, C.; GOYCOOLEA, F.; CARVALHO, R. Iron uptake by Caco-2 cells from a Brazilian natural plant extract loaded into chitosan/pectin nano-and micro-particles. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 77, n. OCE2, 2018. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/proceedings-of-the-nutrition-society/article/iron-uptake-by-caco2-cells-from-a-brazilian-natural-plant-extract-loaded-into-chitosanpectin-nano-and-micro-particles/95D1CC0D23A3F2CBF8B7EAC80D065E9D>>. Acesso em: 15 out. 2023.

MACIEL, V. B. V.; YOSHIDA, C. M. P.; GOYCOOLEA, F. M. Agronomic cultivation, chemical composition, functional activities and applications of Pereskia species—a mini review. **Current Medicinal Chemistry**, v. 26, n. 24, p. 4573-4584, 2019.

MANETTA, G. B.; ROMANO, B. C.; COSTA, T. M. B.; TRIFFONI-MELO, A. T. Utilização de farinha de Ora-Pro-Nobis (*Pereskia aculeata miller*) em preparação de biscoito de polvilho. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 1, p. 1494–1508, 2023. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/56069>. Acesso em: 28 set. 2023.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, L. B.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J. L. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medicinal Plant and Natural Product Research*, v. 45, n. 1, p. 31- 4. 1982.

MOREIRA, D. B.; DIAS, T. de J.; ROCHA, V. C. da; CHAVES, A. C. T. A. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CINZAS EM ALIMENTOS E SUA RELAÇÃO COM A SAÚDE. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 10, p. 3041–3053, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i10.3011. Disponível em: <https://www.periodicorease.pro.br/rease/article/view/3011>. Acesso em: 4 set. 2023.

NAVAF, M.; SUNOOJ, K. V.; AALIYA, B.; SUDHEESH, C.; GEORGE, J. Physico-chemical, functional, morphological, thermal properties and digestibility of Talipot palm (*Corypha umbraculifera* L.) flour and starch grown in Malabar region of South India. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, p.1601–1613, 2020.

OBANDA, M.; OWOUR, P. O. Flavanol Composition and caffeine Content of Green of as Quality Potential Indicators of Kenya Black Teas. **Journal of Food and Agriculture**. V 74, p 209-215. 1997.

OZKAN, G.; FRANCO, P.; DE MARCO, I.; XIAO, J.; CAPANOGLU, E. A review of microencapsulation methods for food antioxidants: Principles, advantages, drawbacks and applications. **Food Chemistry**, v. 272, p. 494506, 2019.

PINTO, M. C.; de GONÇALVES, F. F.; CASTANHEIRA, C. R.; FERREIRA, K. A. Desenvolvimento de kit para determinação e visualização de fluidez de pós para aplicação em aulas práticas de farmacotécnica, operações unitárias e estágio de manipulação. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 3, p. 16488-16498, 2022.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS<sup>+</sup>**. Comunicado Técnico 128, EMBRAPA Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, 2007.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v. 274, n. 1, p. 37-43, 2015.

SANTOS, L. S.; QUEIROZ, C. R. A. A.; MELO, C. M. T. Cactáceas do gênero *Pereskia*: composição nutricional e algumas aplicações. **ForScience**, v. 9, n. 2, p. e00702, 12 ago. 2021.

SANTOS, S. M. D. **Obtenção da farinha de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller e *Pereskia grandifolia* Haw) e sua aplicação em massas de pão sem glúten**. 2023. Monografia (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 42p.

SILVA, J. O.; SANTOS, D. N. S.; COSENZA, G. P.; MELO, J. C. S.; MONTEIRO, M. R. P.; ARAÚJO, R. L. B. Determinação da atividade antioxidante de polifenóis extraíveis, macromoleculares e identificação de lupanina em tremoço branco (*Lupinus albus*). **Scientific Electronic Archives**, v. 12, n. 3, p. 12-19, 2019.

DA SILVA, M. H.; DE OLIVEIRA, T. J.; ATAÍDE, C. H.; CERQUEIRA, D. A.; SOUSA, N. G.; CARDOSO, C. R. Cinética de pirólise para o sorgo lignocelulósico: análise de dados termogravimétricos para aplicação do modelo de Friedman. **Química Nova**, v. 45, n. 2, p. 171-177, 2021.

SOMMER, M. C.; ARAÚJO RIBEIRO, P. F.; KAMINSKI, T. A. Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis. **Brazilian Journal of Health Review**, v.5, n.2, p. 6878-6892, 2022.

VILLANOVA, J. C. O.; LIMA, T. H.; PATRÍCIO, P. S.; PEREIRA, F. V.; AYRES, E. Síntese e caracterização de beads acrílicos preparados por polimerização em suspensão visando aplicação como excipiente farmacêutico para compressão direta. **Química Nova**, v. 35, n. 1, p. 124-131, 2012.

XU, Y.; XIAO, Y.; LAGNIKA, C.; LI, D.; LIU, C.; JIANG, N.; SONG, J.; ZHANG, M. A. Comparative Evaluation Of Nutritional Properties, Antioxidant Capacity And Physical Characteristics Of Cabbage (*Brassica Oleracea* Var. Capitata Var L.) Subjected To Different Drying Methods. **Food Chemistry**, v. 309, p. 1-8, 2020.

### **CAPÍTULO 3: ELABORAÇÃO DE MACARRÃO TIPO ESPAGUETE COM ADIÇÃO DE FARINHA DE *PERESKIA* spp.**

Ismaiara Rodrigues Berto<sup>a</sup>; Emmanuel Moreira Pereira<sup>b</sup>; Inacia dos Santos Moreira<sup>b</sup>; Thayse Cavalcante da Rocha<sup>d</sup>; Mônica Tejo Cavalcanti<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, Brasil.

<sup>b</sup> Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Campina Grande, Paraíba, Brasil.

<sup>c</sup> Secretaria de Agricultura Familiar e Desenvolvimento do Semiárido/Fundação de apoio à pesquisa do Estado da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, Brasil.

#### **RESUMO**

O uso de ora-pro-nóbis no desenvolvimento de produtos é um caminho promissor, principalmente, pela sua capacidade de suplementação nutricional. A ora-pro-nóbis (OPN) tem se destacado na alimentação pela composição nutricional com teores significativos de proteínas, fibras alimentares, vitaminas, minerais e fitoquímicos. As farinhas de ora-pro-nóbis são muito empregadas na formulação de produtos alimentícios e na produção de massas alimentícias do tipo macarrão, fornecem além de outros nutrientes, um maior aporte proteico melhorando a composição nutricional do mesmo. O macarrão apresenta uma composição mais energética, com teores reduzidos de proteínas e fibras, além disso, apresentam propriedades que facilitam a substituição de ingredientes, baixo custo e distribuição acessível. Desse modo, objetivou-se aplicar as farinhas de OPN (*Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia*) na elaboração de macarrão tipo espaguete e caracterizar o produto elaborado quanto às propriedades físico-químicas e propriedades de cozimento. Foram utilizadas farinhas de ora-pro-nóbis obtidas pela secagem das folhas de *P. aculeata* e *P. grandifolia* sob temperatura de 60 °C. Diante disto, foram preparadas 5 formulações de massas alimentícias com concentrações de 0, 1, 3, 5 e 7% de farinha de ora-pro-nóbis. A umidade, cinzas, proteínas, lipídios, FDN, FDA e coloração das massas foram analisadas. Os dados foram tabulados e aplicado análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se aumento nos teores dos componentes analisados quando comparado à amostra controle. As formulações apresentaram umidade adequada, cuja maior média para matéria seca foi a 1% de adição da farinha de *P. aculeata* (88,27%). Os maiores teores de cinzas, proteínas e fibras foram observados nas massas com *P. aculeata*, enquanto que a concentração de lipídios foi maior nas formulações com *P. grandifolia*. A luminosidade das massas foi diminuindo à medida que as concentrações de farinhas aumentaram, obtendo massas mais escuras. As farinhas de ora-pro-nóbis contribuíram significativamente no aumento dos teores nutricionais dos macarrões.

**Palavras-chave:** Qualidade nutricional. Físico-química. Massas alimentícias. Farinhas de ora-pro-nóbis.

### CHAPTER 3: PREPARATION OF SPAGHETTI PASTA WITH ADDITION OF *PERESKIA* spp. FLOUR

#### ABSTRACT

The use of ora-pro-nóbis in product development is a promising avenue, mainly due to its nutritional supplementation capacity. The ora-pro-nóbis (OPN) has stood out in the diet for its nutritional composition with significant levels of protein, dietary fiber, vitamins, minerals and phytochemicals. Ora-pro-nóbis flours are widely used in the formulation of food products and in the production of pasta, as they provide a higher protein content in addition to other nutrients, improving the nutritional composition of the pasta. Pasta has a more energetic composition, with reduced levels of protein and fiber, as well as properties that make it easier to replace ingredients, low cost and accessible distribution. The aim was therefore to use OPN flours (*Pereskia aculeata* and *Pereskia grandifolia*) to make spaghetti noodles and to characterize the product in terms of its physicochemical properties and cooking properties. We used ora-pro-nobis flours obtained by drying the leaves of *P. aculeata* and *P. grandifolia* at a temperature of 60°C. Five pasta formulations were prepared with concentrations of 0, 1, 3, 5 and 7% ora-pro-nóbis flour. The moisture, ash, protein, lipids, NDF, FDA and color of the pasta were analyzed. The data was tabulated and analysis of variance and Tukey's test at 5% probability were applied. There was an increase in the content of the components analyzed when compared to the control sample. The formulations had adequate moisture content, with the highest average dry matter content at 1% addition of *P. aculeata* flour (88.27%). The highest levels of ash, protein and fiber were observed in the doughs with *P. aculeata*, while the concentration of lipids was higher in the formulations with *P. grandifolia*. The brightness of the doughs decreased as the flour concentrations increased, resulting in darker doughs. The ora-pro-nóbis flours contributed significantly to increasing the nutritional content of the macaroons.

**Keywords:** Nutritional quality. Physical chemistry. Pasta. Ora-pro-nóbis flours.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os consumidores estão buscando alimentos benéficos para um estilo de vida mais saudável, valorizando a composição nutricional dos mesmos. Outros fatores que motivam a escolha do produto incluem aparência, marca, referência, conveniência, reivindicação, preço e preocupações com o meio ambiente (KUESTEN e HU, 2020). O desenvolvimento de produtos extraídos de vegetais não convencionais tem se intensificado e possui impacto na diversificação da agricultura. O potencial nutricional da ora-pro-nóbis tornou-se relevante para melhorar o estado de saúde dos macros e micronutrientes nas dietas humanas (MACIEL et al., 2019).

A ora-pro-nóbis (OPN) tem se destacado na alimentação pela composição nutricional com teores significativos de proteínas, fibras alimentares, vitaminas, minerais e fitoquímicos. As cactáceas do gênero *Pereskia* tornaram-se muito conhecidas no Brasil e são oriundas de regiões tropicais e subtropicais do Brasil, da África do Sul e da Argentina (TORRES et al., 2022). A agricultura familiar e o consumo de alimentos da agroecologia incentivam o uso de ora-pro-nóbis como hortaliça na alimentação (HISSATOMI et al., 2020).

Apesar dos atributos benéficos de ora-pro-nóbis, o consumo na alimentação ainda é pouco conhecido no Brasil, sendo um hábito mais regional. A falta de informações sobre a planta por parte da população, a competição no mercado com plantas convencionais, o cultivo não estruturado e conseqüentemente, reduzido no mercado e não comercialização, dificultam a difusão da planta como produto alimentício (ARAÚJO, 2022).

Produtos obtidos da ora-pro-nóbis são empregados em diversas preparações doces ou salgadas (HISSATOMI et al., 2020), contribuindo para um teor nutricional mais adequado. Em estudos com ora-pro-nóbis desidratada, Cazagrande et al. (2022) relataram alto valor de fibra bruta (31,47%) e teor de cinzas de 14,56%. Ferreira et al. (2022) observaram na farinha teores consideráveis de proteínas (23,21 g/100g), lipídios (6,74 g/100 g), fibras (6,93 g/100 g) e cinzas (19,12 g/100 g). Na produção de massas alimentícias, as farinhas de ora-pro-nóbis fornecem um aporte proteico capaz de complementar a composição nutricional do macarrão. Sato et al. (2018) adicionaram de 10 a 20% de farinha de folhas de OPN em massa alimentícia e observaram que as amostras enriquecidas apresentavam maiores teores de proteínas, fibras e minerais.

Os teores de proteínas em folhas de OPN são elevados e fornecem todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para a alimentação de crianças e adultos (TAKEITI et al., 2009; SILVEIRA et al., 2020). A qualidade da ingestão proteica em termos de digestibilidade e composição de aminoácidos são importantes na determinação da qualidade de proteínas vegetais (ALCORTA et al., 2021).

O macarrão é um produto tradicional originário da Itália que se disseminou mundialmente, com inovações para melhoramento nutricional e também para atender às necessidades do mercado (BRESCIANI et al., 2022). Em termos nutricionais, o macarrão produzido no Brasil possui elevado teor energético representado pelos carboidratos, no entanto, os teores de proteínas, fibras e minerais são reduzidos (FERREIRA et al., 2022). Nesse aspecto, diferentes formulações têm sido desenvolvidas para melhorar seu perfil nutricional (BRESCIANI et al., 2022).

De acordo com Bresciani et al. (2022), novas alternativas de matérias-primas para a produção de massas têm sido impulsionadas pelos consumidores que buscam por benefícios nutricionais, ocasionando uma tendência de mercado com diferentes tipos de massas.

Por sua vez, as propriedades do macarrão facilitam a substituição de ingredientes, apresentam baixo custo e distribuição acessível. Trata-se de um alimento muito conhecido e popular nos pratos brasileiros, de rápido e fácil preparo. Pensando no melhoramento nutricional das massas e levando em consideração o fácil cultivo e teor nutritivo da ora-pro-nóbis, o presente trabalho teve como objetivo aplicar as farinhas de OPN na elaboração de macarrão tipo espaguete e caracterizar o produto elaborado quanto às propriedades físico-químicas e propriedades de cozimento.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material

As folhas de ora-pro-nóbis foram obtidas na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizada em Campina Grande, Paraíba, Brasil. As farinhas de ora-pro-nóbis foram obtidas pela secagem das folhas de *Pereskia aculeata* e *Pereskia grandifolia* sob temperatura de 60 °C, em uma estufa com circulação de ar (marca Marconi, modelo MA035/3IN250), durante 18 horas. Após isso, o material foi submetido à trituração em moinho de bolas (retsch MM200) e tamisado em peneira com malha de 60 mesh.

Os demais ingredientes (farinha de trigo sem fermento tipo 1, sal, ovos, azeite de oliva) foram obtidos no comércio da cidade de Campina Grande-PB.

### 2.2 Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Produção Vegetal do INSA, Complexo Miguel Arraes, localizado em sua Estação Experimental em Campina Grande-PB. Foram preparadas 9 formulações de massas avaliadas em 3 repetições, cada uma com 50 g, seguindo a metodologia de Rocha et al. (2008), com adaptações. A composição de cada formulação está descrita na Tabela 1, sendo estas: a controle (FC) com nenhuma adição de farinha de ora-pro-nóbis, formulações com adição de 1%, 3%, 5% e 7% de farinha de *P. aculeata* (PA 1, PA 3, PA 5 e PA 7) e

formulações com adição de 1%, 3%, 5% e 7% de farinha de *P. grandifolia* (PG 1, PG 3, PG 5 e PG 7). O delineamento experimental escolhido foi o inteiramente casualizado (DIC).

**Tabela 1.** Formulações das massas alimentícias com adição de farinha convencional e adição de farinha de *P. aculeata* e *P. grandifolia*.

Formulação	Farinha de Trigo (%)	Farinha de ora-pro-nóbis (%)	Sal (%)	Azeite (%)	Ovo (%)
FC	63	0	1	6	30
PA 1	62	1	1	6	30
PA 3	60	3	1	6	30
PA 5	58	5	1	6	30
PA 7	56	7	1	6	30
PG 1	62	1	1	6	30
PG 3	60	3	1	6	30
PG 5	58	5	1	6	30
PG 7	56	7	1	6	30

\*FC = formulação controle; PA= formulação com farinha de *Pereskia aculeata*; PG= formulação com farinha de *Pereskia grandifolia*.

As massas foram elaboradas seguindo as seguintes etapas: pesagem dos ingredientes, mistura, amassamento, extrusão, secagem e armazenamento.

A pesagem dos ingredientes foi realizada através de balança analítica para obtenção da precisão desejada proposta nas formulações. Após a pesagem das farinhas de trigo e da ora-pro-nóbis, os ingredientes foram misturados manualmente até atingirem o aspecto homogêneo, logo após isso, os ingredientes úmidos (ovo e azeite) foram adicionados, lentamente, até que a massa alcançasse o ponto necessário para a sova. Posteriormente, ocorreu a etapa de amassamento, de forma manual e com duração de 30 minutos aproximadamente, para obtenção do aspecto desejável da massa. Após esse processo, a massa resultante foi deixada em repouso por uma hora, à temperatura ambiente. Em seguida, a massa foi extrusada utilizando a máquina de macarrão manual cilindro da marca Clink (Figura 1A e B), depois foi submetida à secagem em temperatura ambiente ( $\pm 28$  °C), para não ocorrer perda dos componentes da massa. Por fim, os macarrões foram acondicionados em embalagens de polietileno e armazenados em temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C).



**Figura 1.** Cilindragem da massa mista (A) e corte (B).

## 2.3 Caracterização das massas tipo espagete

### 2.3.1 Análises físico-químicas

O teor de umidade foi determinado secando a amostra em estufa à 105 °C por 24 horas (IAL (2008)). O total de cinzas foi determinado pela incineração da amostra em mufla em uma temperatura de 550 °C, até as cinzas atingirem coloração branca ou ligeiramente acinzentadas (IAL (2008)). Para determinar o teor de proteínas utilizou-se do método de Micro-Kjeldahl com fator de conversão 6,25 (IAL, 2008). Enquanto que para o teor de lipídios foi utilizado o método de Folch, fazendo-se uso de solventes polares, metanol e clorofórmio (FOLCH, LESS e STANLEY, 1957). Foi realizada a determinação da fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).

### 2.3.2 Análises colorimétricas

A cor do produto foi determinada com o uso de um colorímetro portátil (Precise Color Reader, modelo WR-10QC, FRU<sup>®</sup>), no sistema de cor Cielab, com padrão de iluminação D65/10°. Foram determinados os parâmetros: L\* - luminosidade; a\* - transição da cor verde (-a\*) para o vermelho (+a\*); e b\* - transição da cor azul (-b\*) para a cor amarela (+b\*).

### 2.3.3 Análise de Tempo Ótimo de Cozimento (TOC)

A Análise de Tempo Ótimo de Cozimento (TOC) é um parâmetro importante para determinação das propriedades de cozimento do produto. Foram aquecidas 5 gramas de macarrão

em 250 mL de água fervente no fogão. A cada 30 segundos os macarrões foram retirados para conferir se o núcleo branco no centro do macarrão estaria se extinguindo, com a ajuda de dois vidros relógio. Após o desaparecimento do núcleo branco, o tempo de cozimento foi anotado.

## 2.4 Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade para determinar se as massas foram diferentes estatisticamente entre si nas variáveis estudadas. As suposições de normalidade e homogeneidade de variância foram avaliadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software estatístico R v. 4.0.0.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Caracterização das massas tipo espaguete

#### 3.1.1 Análises físico-químicas

Os resultados das análises físico-químicas das formulações estão apresentados nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2.** Médias em porcentagem das análises físico-químicas nas formulações de macarrão com diferentes concentrações de farinhas de ora-pro-nóbis.

Formulações	Matéria seca**	Umidade**	Cinzas**	Lipídios**	Proteínas*
FC	87,23±0,21 <sup>d</sup>	12,77±0,02 <sup>b</sup>	2,56±0,02 <sup>e</sup>	9,92 ±0,91 <sup>b</sup>	14,34± 0,22 <sup>b</sup>
PA 1	88,27±0,02 <sup>a</sup>	11,73±0,02 <sup>e</sup>	2,83 ± 0,14 <sup>de</sup>	12,75±0,11 <sup>a</sup>	15,43 ±0,09 <sup>ab</sup>
PA 3	87,53 ±0,23 <sup>cd</sup>	12,47±0,23 <sup>cb</sup>	4,49±0,16 <sup>a</sup>	10,06±0,00 <sup>b</sup>	15,23±0,09 <sup>ab</sup>
PA 5	87,38±0,07 <sup>cd</sup>	12,62±0,07 <sup>cb</sup>	3,91±0,03 <sup>b</sup>	10,67 ±0,00 <sup>b</sup>	16,10±0,43 <sup>ab</sup>
PA 7	87,97 ±0,16 <sup>ab</sup>	12,03±0,16 <sup>de</sup>	3,38 ±0,14 <sup>c</sup>	13,90 ±1,67 <sup>a</sup>	16,39±0,22 <sup>a</sup>
PG 1	87,99 ±0,03 <sup>ab</sup>	12,01±0,03 <sup>de</sup>	2,65±0,03 <sup>e</sup>	13,51 ±0,00 <sup>a</sup>	15,07 ±0,63 <sup>ab</sup>
PG 3	88,00±0,09 <sup>ab</sup>	12,00±0,09 <sup>de</sup>	2,84 ±0,18 <sup>de</sup>	13,88 ±0,00 <sup>a</sup>	15,84±1,21 <sup>ab</sup>
PG 5	84,93 ±0,04 <sup>e</sup>	15,07±0,04 <sup>a</sup>	3,09±0,01 <sup>cd</sup>	13,98 ±0,00 <sup>a</sup>	15,98±0,80 <sup>ab</sup>
PG 7	87,65±0,06 <sup>bc</sup>	12,35±0,06 <sup>cd</sup>	3,31 ±0,00 <sup>c</sup>	13,75 ±0,00 <sup>a</sup>	15,99± 0,88 <sup>ab</sup>
CV (%)	0,14	8,09	3,23	5,10	4,05

Letras minúsculas iguais nas colunas não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ )

As formulações enriquecidas com farinhas de *Pereskia aculeata* (PA) e de *Pereskia grandifolia* (PG) proporcionaram aumento nos teores dos componentes analisados quando comparado à amostra controle. Os valores da matéria seca apresentaram diferenças entre si ( $p < 0,01$ ), com média mais alta na massa com adição de 1% da farinha de *P. aculeata* (88,27%) e a menor concentração de matéria seca foi encontrada na formulação PG 5%, na qual apresentou maior teor de umidade. Rocha et al. (2008) obtiveram teor de 89,52% de matéria seca com a adição de 2% ora-pro-nóbis desidratada, valor este superior ao encontrado no presente estudo. A determinação da matéria seca é fundamental para o entendimento do teor de umidade do produto.

Verificou-se que o teor de umidade foi adequado para a maioria das formulações obtidas, estando abaixo da faixa de 13% de umidade para massa alimentícia seca. A adição de ora-pro-nóbis aumentou a umidade da massa em concentrações de 5%, principalmente na formulação PG 5%, na qual o teor de umidade foi superior a faixa considerada segura e também ultrapassou o teor obtido na amostra controle (12,77%). A determinação da umidade possibilita a análise do impacto dos procedimentos tecnológicos sobre o produto e as condições favoráveis de armazenamento do mesmo (QUINAUD et al., 2020).

A adição das farinhas de ora-pro-nóbis alterou os teores de cinzas das massas alimentícias aumentando o seu conteúdo ( $p < 0,01$ ), cujo maior teor de cinzas (4,49%) foi observado na amostra com 3% de farinha de *P. aculeata*. Sato et al. (2018) incorporaram 20% da farinha de *P. aculeata* à massa alimentícia e o teor de cinzas obtido (5,00%) foi cinco vezes maior do que o teor da amostra controle (1,02%). Cazagrande et al. (2022) também observaram aumento do teor de cinzas nas formulações de biscoitos *cookies* com adição de farinha de ora-pro-nóbis (formulações com 2% e 5%), encontrando teores de 1,37% e 1,88%. Os níveis de cinzas nas amostras evidenciam o potencial da ora-pro-nóbis como fonte de minerais.

Em relação às proteínas, a incorporação da farinha de ora-pro-nóbis apresentou efeito no macarrão, com aumento significativo do seu teor proteico ( $p < 0,05$ ). A amostra PA 7% obteve maior índice com 16,39% de proteínas, enquanto que a amostra controle (FC) apresentou média de 14,34%. Observou-se que o aumento das concentrações de farinhas resultou em maiores teores proteicos adicionados às massas, o que se deve às quantidades expressivas de proteínas encontradas nas farinhas de ora-pro-nóbis. Cremasco et al. (2016) encontraram valores de 15,335% de proteínas em amostra com 5% de farinha de *P. aculeata*, teor inferior aos do presente estudo (15,98% e 16,10%). Sato et al. (2018) verificaram aumento do teor proteico no macarrão com adição de 10% e 20% da farinha de ora-pro-nóbis, obtendo 19,86% e 19,60% de proteína nas respectivas amostras. As proteínas desempenham papéis importantes no organismo agindo como construtoras na formação de tecidos do corpo humano e também são reguladoras das atividades celulares, assim, o aporte diário de proteínas é necessário para a manutenção das funções vitais do indivíduo.

Verificou-se que os teores de lipídios apresentaram pouca variação entre as médias ( $p < 0,01$ ), com menor conteúdo lipídico na maioria das amostras com farinha de *P. aculeata* e maior conteúdo (13,98%) de lipídios na massa com 5% de farinha de *P. grandifolia*. Cazagrande et al. (2022) verificaram redução dos teores de lipídios em formulações de biscoitos. Assim, a ora-pro-nóbis pode ser uma opção para consumidores que buscam por dietas com menores concentrações de gorduras.

Os teores de fibras avaliados por FDN (fibra insolúvel em detergente neutro) e FDA (fibra insolúvel em detergente ácido) aumentaram à medida que as concentrações das farinhas foram maiores (Tabela 3). O teor de FDN não foi significativo estatisticamente ( $p > 0,05$ ) entre as amostras, com maiores médias na adição de 3 e 7% da farinha de *P. grandifolia*. As concentrações de FDA foram maiores nas amostras com 7% de farinhas de *P. aculeata* (3,66%) e *P. grandifolia* (2,98%).

**Tabela 3.** Médias em porcentagem das análises de FDN, FDA e carboidratos nas formulações de macarrão com diferentes concentrações de farinhas de ora-pro-nóbis.

Formulação	FDN <sup>ns</sup>	FDA <sup>**</sup>	Carboidratos
FC	18,28±0,44 <sup>a</sup>	1,54±0,37 <sup>ef</sup>	60,41±1,33 <sup>a</sup>
PA 1	19,61±0,03 <sup>a</sup>	1,36± 0,04 <sup>f</sup>	57,27±0,03 <sup>b</sup>
PA 3	20,92±0,05 <sup>a</sup>	2,5± 0,14 <sup>bc</sup>	57,75±0,17 <sup>ab</sup>
PA 5	21,64±0,39 <sup>a</sup>	2,80± 0,30 <sup>b</sup>	56,70±0,53 <sup>bc</sup>
PA 7	22,35±0,21 <sup>a</sup>	3,66±0,09 <sup>a</sup>	54,30±1,75 <sup>cd</sup>
PG 1	18,70±1,12 <sup>a</sup>	1,77±0,13 <sup>def</sup>	56,76±0,63 <sup>bc</sup>
PG 3	23,57±1,40 <sup>a</sup>	1,98± 0,17 <sup>cde</sup>	55,44±1,30 <sup>bc</sup>
PG 5	22,08±1,70 <sup>a</sup>	2,09± 0,14 <sup>cd</sup>	51,87±0,76 <sup>d</sup>
PG 7	23,19±1,64 <sup>a</sup>	2,98±0,00 <sup>b</sup>	55,08±0,94 <sup>bc</sup>
CV (%)	16,22	8,25	4,26

Fdn- fibra insolúvel em detergente neutro; Fda- fibra insolúvel em detergente ácido. Letras minúsculas iguais nas colunas não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); ns: não significativo ( $p > 0,05$ ).

Quanto aos teores de carboidratos (Tabela 3), todas as amostras apresentaram concentrações menores do que a da amostra controle. As massas com 3% de farinha de *P. aculeata* e a de 1% de *P. grandifolia* apresentaram maiores teores.

### 3.1.2 Análises colorimétricas

Quanto às análises colorimétricas avaliadas pelos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , as formulações se diferiram estatisticamente (Tabela 4) e quanto maior a concentração das farinhas de ora-pro-nóbis,

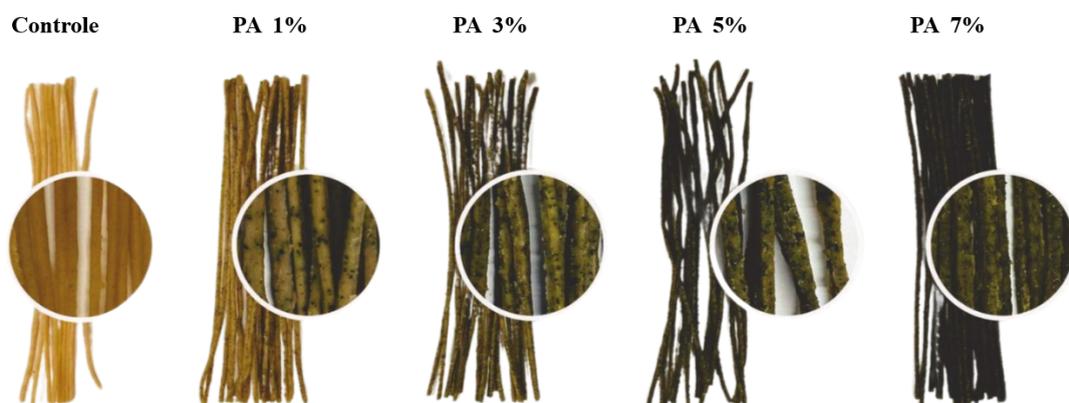
menos luminosidade foi observada (PA e PG 7%), resultando em massas de aspecto mais escuro.

**Tabela 4.** Valores encontrados para os parâmetros avaliados.

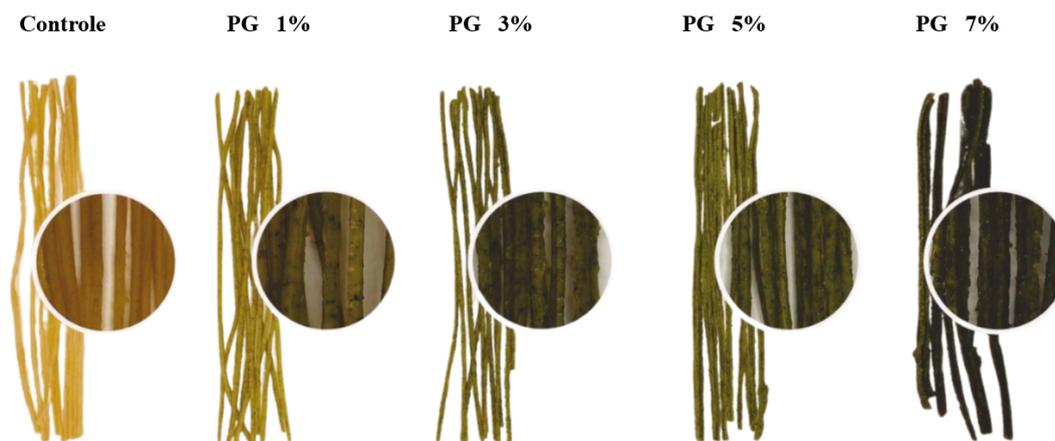
Formulação	L*	a*	b*
PC	48,13 ±0,02 <sup>a</sup>	7,26±0,03 <sup>a</sup>	26,21±0,04 <sup>c</sup>
PA 1	40,65 ±0,16 <sup>b</sup>	4,81±0,03 <sup>b</sup>	28,14±0,04 <sup>ab</sup>
PA 3	33,46 ±0,10 <sup>d</sup>	3,51±0,02 <sup>c</sup>	23,38±0,01 <sup>e</sup>
PA 5	31,97± 0,04 <sup>e</sup>	0,80±0,03 <sup>f</sup>	27,43±0,21 <sup>b</sup>
PA 7	30,73±0,05 <sup>g</sup>	-0,11±0,01 <sup>h</sup>	23,62±0,25 <sup>de</sup>
PG 1	38,35±0,08 <sup>c</sup>	2,43±0,12 <sup>d</sup>	24,57±0,10 <sup>d</sup>
PG 3	31,35±0,30 <sup>f</sup>	1,25±0,03 <sup>e</sup>	26,42±0,97 <sup>c</sup>
PG 5	31,94±0,01 <sup>e</sup>	0,33±0,02 <sup>g</sup>	29,11±0,08 <sup>a</sup>
PG 7	29,05±0,04 <sup>h</sup>	-2,72±0,09	21,42±0,14 <sup>f</sup>
CV (%)	0,35	2,87	1,35

L\*: Luminosidade; a\*= +a indica vermelho e, -a indica verde; b\*: indica amarelo. Letras minúsculas diferentes nas colunas apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

As massas alimentícias apresentaram tons verde-amarelado e mais escuros à medida que as concentrações foram aumentando (Figura 2 e 3). A adição das farinhas afetou diretamente a cor do produto, com a redução da luminosidade. Ferreira et al. (2022) adicionaram 20% de farinha de ora-pro-nóbis à massa alimentícia e encontraram o valor de luminosidade de 49,58, resultando em massas de cor verde escuro.



**Figura 2.** Macarrão enriquecido com *P. aculeata*.



**Figura 3.** Macarrão enriquecido com *P. grandifolia*.

### 3.3.3 Análise de Tempo Ótimo de Cozimento (TOC)

Verificou-se que o tempo de cozimento para ambas as amostras foi de 10 minutos. O tempo ótimo de cozimento está relacionado com a presença do glúten, uma vez que massas formuladas com farinha de trigo, apresentam maior resistência ao cozimento, e por isso maior tempo de cozimento, e o contrário é observado para farinhas isentas de glúten, que apresentam uma maior permeabilidade à água (Rocha, 2015). Por sua vez, observa-se que a incorporação da ora-pro-nóbis não afetou o tempo ótimo de cozimento.

## 4. CONCLUSÕES

As farinhas de ora-pro-nóbis apresentam grande potencial tecnológico para aplicação em massas alimentícias, contribuindo de maneira a complementar os teores nutricionais do produto, principalmente proteínas.

Os macarrões produzidos tiveram percentuais aumentados quanto aos teores nutricionais, principalmente nas formulações com adição de farinha de *Pereskia aculeata*, melhorando os níveis de proteínas, cinzas e fibras. Dessa forma, a substituição parcial da farinha tradicional na elaboração do macarrão tipo espaguete contribui para o acesso a um alimento nutricionalmente mais completo.

As análises físico-químicas mostraram que as massas com adição de ora-pro-nóbis possuem menores teores de carboidratos e moderado aumento de teores lipídicos, o que pode contribuir para diferentes tipos de dietas alimentares.

Dessa forma, o macarrão à base de farinhas de ora-pro-nóbis pode ser inserido no mercado alimentício como uma alternativa para consumidores que buscam maior aporte proteico. No

entanto, é necessário o estudo mais aprofundado dos fatores antinutricionais, dos parâmetros de cozimento do produto e da aceitação sensorial.

## REFERÊNCIAS

ALCORTA A.; PORTA A.; TÁRREGA A.; ALVAREZ M. D.; VAQUERO M. P. Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. *Foods*. 2021; 10(2):293. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/foods10020293>>. Acesso em: 04 out. 2023.

ARAÚJO, J. C. **A TRANSFORMAÇÃO DE ORA-PRO-NÓBIS (Pereskia aculeata Miller), PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL, EM INGREDIENTE PARA A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.** 2022. Monografia (Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 70p.

BRESCIANI, A.; PAGANI, M. A.; MARTI, A. Pasta-making process: a narrative review on the relation between process variables and pasta quality. *Foods*, v. 11, n. 3, p. 256, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/256>>. Acesso em: 04 out. 2023.

CAZAGRANDA, C.; AMANCIO, R.; FEITEN, M. C.; GILIOLI, A.; GONZALEZ, S. L.; FAGUNDES, C. Obtenção de farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) e sua aplicação no desenvolvimento de biscoitos tipo cookie. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.39, n. 3, p.27148, 2022. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/27148>>. Acesso em: 28 de março 2023.

FERREIRA, A. L. de.; OLIVEIRA GONÇALVES, V. G.; MARADINI FILHO, A. M.; CARNEIRO, J. C. S.; FRANCISCO, C. L. Caracterização do pó de ora-pro-nóbis e utilização em massas alimentícias. *Editora Científica Digital*, v. 9, 2022. Disponível em: < <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/221211240.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biological Chemistry*, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

HISSATOMI, C. M.; GORGEN, D. K.; DE SOUZA ROGINSKI, G.; HOFFMANN, L. F.; DA SILVA, T. M.; CARNITATTO, I., & GARCIA, J. R. N. Utilização da planta alimentícia não convencional ora pro nobis em educação Nutricional. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3(4), p. 3846-3855, 2020.

Instituto Adolfo Lutz - IAL. **Normas Analíticas Do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos E Físicos Para Análise De Alimentos.** 4. Ed. São Paulo: IAL, p. 1020, 2008.

KUESTEN, C.; HU, C. Functional foods and protein supplementation. Handbook of eating and drinking: **Interdisciplinary perspectives**, p. 941-964, 2020. Disponível em: <[https://doi.org/10.1007/978-3-030-14504-0\\_175](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14504-0_175)>. Acesso em: 4 out. 2023.

MACIEL, V. B. V.; YOSHIDA, C. M. P.; GOYCOOLEA, F. M. Agronomic cultivation, chemical composition, functional activities and applications of *Pereskia* species—a mini review. *Current Medicinal Chemistry*, v. 26, n. 24, p. 4573-4584, 2019.

QUINAUD, B. E. R.; MONTEIRO, P. L.; PIRES, C. R. F.; SANTOS, V. F.; KATO, H. C. A.; SOUSA, D. N. Elaboration and nutritional characterization of enriched food pasta with soybean waste. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e718974724, 2020.

ROCHA, A. F. O. F. **Produção de massas alimentícias isentas de glúten a partir de subprodutos da indústria alimentar**. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Portugal. 2015.

SATO, R.; CILLI, L. P. D. L.; OLIVEIRA, B. E. D.; MACIEL, V. B. V.; VENTURINI, A. C., & YOSHIDA, C. M. P. Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable. *Food Science and Technology*, v. 39, p. 28-34, 2018. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/cta/a/8gFrHzyG639JS5rZGJXpnQK/?lang=en>>. Acesso em: 19 out. 2023.

SILVEIRA, M. G., PICININ, C. T., CIRILLO, M. A., FREIRE, J. M., & BARCELOS, M. D. F. P. Nutritional assay *Pereskia* spp.: unconventional vegetable. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 92, 2020. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/aabc/a/bwbwqhG7MTjZYfzbzMRQ6QN/?lang=en>>. Acesso em: 1 set. 2023.

TAKEITI, C.Y.; ANTONIO, G.C.; MOTTA, E.M.P.; COLLARES-QUEIROZ, F.P.; PARK, K.J. Nutritive Evaluation of a Non-Conventional Leafy Vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). *Int. J. Food Sci. Nutr.* v. 60, p. 148–160, 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09637480802534509>>. Acesso em: 1 set. 2023.

TORRES, T. M. S.; MENDIOLA, J. A.; RIVERA, G. Á.; MAZZUTTI, S.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A.; FERREIRA, S. R. S. Protein Valorization From Ora-Pro-Nobis Leaves By Compressed Fluids Biorefinery Extractions. **Innovative Food Science And Emerging Technologies**, v. 76, p. 102-926, 2022.

ZHU, F.; LI, J. Physicochemical and sensory properties of fresh noodles fortified with ground linseed (*Linum usitatissimum*). **Lwt**, [S.L.], v. 101, p. 847-853, 2019. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.003>>. Acesso em: 1 jun. 2023.

## APÊNDICES

### Apêndice A- Resumo da ANOVA das análises físico-químicas das massas alimentícias.

Tabela A1- Análises dos valores de cinzas das massas elaboradas

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	9.56253	1.19532	110.0360 **
Resíduo	18	0.19553	0.01086	
Total	26	9.75807		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	110.036	<.0001

Tabela A2- Médias de tratamento

1	2.55667 e
2	2.65000 e
3	2.84333 de
4	3.09000 cd
5	3.31000 c
6	2.82667 de
7	4.48667 a
8	3.90667 b
9	3.38000 c

dms = 0.29847

MG = 3.22778

CV% = 3.23

Ponto médio = 3.59000

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

Tabela A3- Análises dos valores de lipídios das massas elaboradas.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	70.94827	8.86853	22.0324 **
Resíduo	18	7.24540	0.40252	
Total	26	78.19367		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	22.0324	<.0001

Tabela A4- Médias de tratamento

1	9.92333 b
2	13.51000 a
3	13.88000 a
4	13.98000 a
5	13.27000 a
6	12.75333 a
7	10.06000 b
8	10.67000 b
9	13.90333 a

dms = 1.81684

MG = 12.43889

CV% = 5.10

Ponto médio = 12.29000

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

Tabela A5- Análises dos valores de proteínas das massas elaboradas.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	9.82943	1.22868	3.0781 *
Resíduo	18	7.18493	0.39916	
Total	26	17.01436		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	2.5102	3.0781	0.0226

Tabela A6- Médias de tratamento

1	14.34000 b
2	15.07000 ab
3	15.84000 ab
4	15.98333 ab
5	15.99333 ab
6	15.42667 ab
7	15.22667 ab
8	16.10000 ab
9	16.39333 a

dms = 1.80924

MG = 15.59704

CV% = 4.05

Ponto médio = 15.58500

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

Tabela A7- Análises dos valores de matéria seca das massas elaboradas.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	23.98379	2.99797	187.6339 **
Resíduo	18	0.28760	0.01598	
Total	26	24.27139		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	187.6339	<.0001

Tabela A8- Médias de tratamento

1	87.23000 d
2	87.99000 ab
3	88.00333 ab
4	84.93000 e
5	87.65000 bc
6	88.27333 a
7	87.52666 cd
8	87.38000 cd
9	87.97000 ab
<hr/>	
dms =	0.36198

MG = 87.43926

CV% = 0.14

Ponto médio = 86.59500

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

Tabela A9- Análises dos valores de FDA das massas elaboradas

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	13.45192	1.68149	46.9011 **
Resíduo	18	0.64533	0.03585	
Total	26	14.09725		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	46.9011	<.0001

Tabela A10- Médias de tratamento

1	1.54000 ef
2	1.76667 def
3	1.97667 cde
4	2.08667 cd
5	2.97667 b
6	1.36000 f
7	2.50000 bc
8	2.80000 b
9	3.65667 a
<hr/>	
dms =	0.54222

MG = 2.29593

CV% = 8.25

Ponto médio = 2.45500

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

Tabela A11- Análises dos valores de FDN das massas elaboradas

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	87.74981	10.96873	0.9327 ns
Resíduo	18	211.68220	11.76012	
Total	26	299.43201		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	0.248	0.9327	0.514

Tabela A12- Médias de tratamento

1	18.27667 a
2	18.69667 a
3	23.57000 a
4	22.07667 a
5	23.19000 a
6	19.61000 a
7	20.92333 a
8	21.64333 a
9	22.34667 a
dms =	9.82035

MG = 21.14815

CV% = 16.22

Ponto médio = 22.07500

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

**Apêndice B- Resumo da ANOVA das colorimétricas das massas alimentícias.**

Tabela B1- Análises do parâmetro b de cor.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	151.50087	18.93761	158.2530 **
Resíduo	18	2.15400	0.11967	
Total	26	153.65487		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	158.253	<.0001

Tabela B2- Médias de tratamento

1	26.20667 c
2	24.57333 d
3	26.41667 c
4	29.11000 a
5	21.42333 f
6	28.14000 ab
7	23.38333 e
8	23.61667 de
9	27.43000 b

dms = 0.99062

MG = 25.58889

CV% = 1.35

Ponto médio = 25.23000

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

Tabela B3- Análises do parâmetro L de cor.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	910.54239	113.81780	7466.1821 **
Resíduo	18	0.27440	0.01524	
Total	26	910.81679		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ );\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	7466.1821	<.0001

Tabela B4- Médias de tratamento

1	48.13334 a
2	38.35000 c
3	31.35000 f
4	31.94333 e
5	29.05000 h
6	40.65333 b
7	33.46333 d
8	30.72667 g
9	31.96667 e

dms = 0.35357

MG = 35.07074

CV% = 0.35

Ponto médio = 38.58000

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

Tabela C4- Análises do parâmetro a de cor.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	208.76610	26.09576	8289.2421 **
Resíduo	18	0.05667	0.00315	
Total	26	208.82276		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); ns não significativo ( $p \geq .05$ )

GL	GLR	F-crit	F	p
8	18	3.7054	8289.2421	<.0001

Tabela B5- Médias de tratamento

1	7.26333 a
2	2.43333 d
3	1.25333 e
4	0.33333 g
5	-2,72333
6	4.81333 b
7	3.51000 c
8	-0,10667 h
9	0.80000 f

---

dms = 0.16068

MG = 1.95296

CV% = 2.87

Ponto médio = 2.23000

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