



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Ísis Ferreira Vitor

**INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO NA COR DE FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata* Miller) EM PÓ DESIDRATADAS POR MICRO-ONDAS A VÁCUO**

Florianópolis  
25 de julho de 2022

Ísis Ferreira Vitor

**INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO NA COR DE FOLHAS DE ORA-PRO-  
NÓBIS (*Pereskia aculeata* Miller) EM PÓ DESIDRATADAS POR MICRO-ONDAS  
A VÁCUO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. João Borges Laurindo

Coorientador(a): Dr. Ricardo Lemos Monteiro

Me. Thayla Bervian Roratto

Florianópolis

25 de julho de 2022

Ferreira Vitor, Isis  
INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO NA COR DE FOLHAS DE ORA-PRO  
NÓBIS (*Pereskia aculeata* Miller) EM PÓ DESIDRATADAS POR  
MICRO-ONDAS A VÁCUO / Isis Ferreira Vitor ; orientador,  
João Borges Laurindo, coorientador, Ricardo Lemos  
Monteiro, coorientador, Thayla Bervian Roratto, 2022.  
54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico,  
Graduação em Engenharia de Alimentos, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia de Alimentos. I. Borges Laurindo, João .  
II. Lemos Monteiro, Ricardo . III. Bervian Roratto, Thayla  
IV. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Engenharia de Alimentos. V. Título.

**INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO NA COR DE FOLHAS DE ORA-PRO-  
NÓBIS (*Pereskia aculeata* Miller) EM PÓ DESIDRATADAS POR MICRO-ONDAS  
A VÁCUO**

Florianópolis, 25 de julho de 2022.

Dr. Marco Di Luccio  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. João Borges Laurindo  
Orientador

---

Prof. Dr. Giustino Tribuzi  
Membro

---

Dra. Aline Iamin Gomide  
Membro



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família que sempre me apoiou, em especial ao meu pai Ilson Fernandes Vitor e à minha mãe Roseli Medeiros Ferreira Vitor, sem os quais eu jamais teria a oportunidade de realizar essa etapa.

Ao meu namorado Rafael Vandri Rabaça, pelo amor, paciência, suporte e apoio nesse e em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. João Borges Laurindo pela orientação e por oportunizar este trabalho, além de outros trabalhos, que contribuíram para meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal.

Agradeço aos meus coorientadores, Me. Thayla Bervian Roratto e Dr. Ricardo Lemos Monteiro pela paciência, pelos conhecimentos transmitidos e principalmente pelo auxílio e acompanhamento durante toda a execução do trabalho ao longo desse período, guiando sempre para o caminho mais produtivo.

À bolsista de Iniciação científica Helen, pela disponibilidade e parceria na execução dos experimentos.

A todos os colaboradores do PROFI, pela parceria ao longo da realização deste e de diversos outros trabalhos, em especial a Dra. Aline Iamin Gomide, pelo conhecimento transmitido, auxílio e suporte durante essa jornada.

Agradeço também à empresa da qual faço parte, Smarket Solutions, e ao time pela compreensão e paciência nos últimos meses, em especial Ana Cristina dos Santos, Davi Amaral de Araújo, Décio Handa, Gabriel Borges, Itamar Nunes e Júlio Martins.

Por fim, e não menos importante, aos amigos de faculdade, Alexandre Izac Alves, Julia Beims e Luis Eduardo M. Chodren por todo o companheirismo, amizade, apoio, além do compartilhamento de noites em claro e “sufocos” ao longo da faculdade.

## RESUMO

A *Pereskia aculeata* Miller popularmente conhecida como ora-pro-nóbis, é uma planta alimentícia não convencional que possui alto valor nutricional devido ao alto teor de proteínas, ferro, cálcio,  $\beta$ -caroteno e ácidos ascórbico e fólico. A secagem para obtenção do pó é uma boa alternativa para aumento da vida útil do produto, facilitando a comercialização e exportação da ora-pro-nóbis. O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicação de pré-tratamentos na secagem das folhas com o intuito de preservar a cor, a fim de deixar o pó mais atrativo para o consumidor. As folhas de ora-pro-nóbis foram pré-tratadas (branqueamento em água pura, branqueamento em solução de bicarbonato de sódio 3% e sem branqueamento) e desidratadas por micro-ondas a vácuo com potência nominal de 600 W e pressão de 10 kPa. Os pós obtidos foram avaliados quanto à umidade, atividade de água, densidade real, densidade aparente e cor. Análise sensorial foi realizada para avaliar a influência do pré-tratamento na aceitação das amostras pelos consumidores. Para todos os tratamentos avaliados as cinéticas de secagem apresentaram comportamento semelhante e as amostras não ultrapassaram a temperatura de 70°C durante o processo de secagem. A secagem teve duração de 10 minutos, tempo em que o produto atingiu umidade próxima a 0,05 g g<sup>-1</sup> e atividade de água (*aw*) que variou entre 0,37 e 0,48. Os pré-tratamentos influenciaram na coloração final das amostras, essas, apresentaram diferença significativa com relação ao parâmetro *a\**, dando destaque as amostras com adição de bicarbonato de sódio, manteve o verde mais próximo ao da folha *in natura*. Essas amostras também apresentaram maior intenção de compra e aceitabilidade sensorial com relação a cor. A secagem por micro-ondas a vácuo de folhas de ora-pro-nóbis branqueadas em solução de bicarbonato de sódio é uma alternativa à produção de pós de alta qualidade sensorial em um curto tempo de processo.

**Palavras-chave:** *Pereskia aculeata* Miller, micro-ondas, desidratação, pó, cor.

## ABSTRACT

*Pereskia aculeata* Miller, popularly known as Ora-pro-nóbis, is an unconventional alicia plant that has high nutritional value due to its high content of protein, iron, calcium,  $\beta$ -carotene and ascorbic and folic nutrients. Drying is a good option to increase the shelf life of the product, facilitating the commercialization and exportation of ora-pro-nobis. The purpose of this work is to evaluate the application of pre-treatments in the drying of the leaves in order to preserve its color, making the powder more attractive to the consumer. The ora-pro-nóbis leaves were pre-treated (bleaching in pure water, bleaching in a 3% sodium bicarbonate solution and no bleaching) and dehydrated by microwave vacuum with a nominal power of 600 W and a pressure of 10 kPa. The final powders were evaluated for moisture, water activity, real density, apparent density and color. Sensory analysis was performed to evaluate the influence of pretreatment on the acceptance of samples by consumers. For all treatments, the drying kinetics showed similar behavior and the samples did not exceed the temperature of 70°C during the drying process. Drying lasted 10 minutes, by the end the product presented a moisture content close to 0.05 g g<sup>-1</sup> and water activity (aw) between 0.37 and 0.48. The pre-treatments can influence the execution of the final proposals, with emphasis, with a significant difference\*, giving them the addition of excellent supply, keeping the closest to that *of natura*. These suggestions also suggest greater purchase intent and sensory acceptability with respect to color. The microwave solution the choice of quality bleached Ora-pro-nóbis sheets in a high-quality post-production solution is an alternative to producing high sensory quality in a short process time.

**Keywords:** *Pereskia aculeata* Miller, microwave, drying, powder, color.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Curvas típicas de secagem. ....	31
<b>Figura 2.</b> Representação esquemática do dispositivo experimental. ....	36
<b>Figura 3.</b> Primeira sessão teste de aceitabilidade, amostras de ora-pro-nóbis desidratada. ....	40
<b>Figura 4.</b> Segunda sessão teste de aceitabilidade, amostras de PAM desidratadas acompanhada de folha <i>in natura</i> . ....	40
<b>Figura 5</b> Dados experimentais das cinéticas de secagem e desvio padrão da <i>Pereskia aculeata</i> Miller. a) Variação temporal da umidade em base seca. b) Variação temporal da aw. Sem-tratamento (○); BA (x) e BBS (◇). ....	43
<b>Figura 6.</b> Evolução temporal da a) temperatura e b) densidade de potência (Wg-1) durante a secagem da <i>Pereskia aculeata</i> Miller nos diferentes pré-tratamentos. Sem-tratamento (○); BA (x) e BBS (◇). ....	44
<b>Figura 7.</b> Imagens das folhas de <i>Pereskia aculeata</i> Miller durante a secagem por MWVD para os diferentes pré-tratamentos avaliados. ....	47
<b>Figura 8.</b> Pós de OPN obtidos por MWVD após diferentes pré-tratamentos. ....	48

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros físico-químicos das folhas de <i>Pereskia aculeata</i> Miller <i>in natura</i> e após os pré-tratamentos (média $\pm$ desvio padrão).....	41
<b>Tabela 2.</b> Dados experimentais da umidade em base seca e atividade de água dos pós obtidos pela secagem de ora-pro-nóbis em diferentes pré-tratamentos natura (média $\pm$ desvio padrão). .....	42
<b>Tabela 3.</b> Representação os resultados de massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ), massa específica real ( $\rho_r$ ) e porosidade ( $\epsilon$ ) dos pós obtidos por <i>MWVD</i> após passarem pelos diferentes pré-tratamentos. ....	45
<b>Tabela 4.</b> Parâmetros de cor ( $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ ) e evolução de cor total ( $\Delta E^*$ ) da folha <i>in natura</i> e dos pós de <i>OPN</i> obtidos por <i>MWVD</i> após passarem pelos diferentes pré-tratamentos.....	46
<b>Tabela 5.</b> Soma de ordens do teste de ordenação, médias hedônicas obtidas em cada sessão do teste de aceitação e as estimativas do teste t (comparação entre as médias das duas sessões) para as três amostras de ora-pro-nóbis em pó. ....	48

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	<i>Association of Official Analytical Chemists</i>
LATESC	Laboratório de Termodinâmica e Extração Supercrítica
MWD	Secagem por micro-ondas
MWVD	Secagem por micro-ondas a vácuo
PAM	<i>Pereskia aculeata</i> Miller
PANC	Planta Alimentícia Não Convencional
RDA	Recomendação Diária
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SC	Santa Catarina
SOL	Solubilidade
SS	Sólido Seco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USA	<i>United States of America</i>
OPN	Ora-pró-nóbis

## LISTA DE SIMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Unidade</b>
$a_w$	Atividade de água	–
$B$	Umidade	$g\ g^{-1}$
$\frac{dX}{dt}$	Velocidade de secagem	$kgw\ kgSS^{-1}\ s^{-1}$
$\epsilon$	Porosidade do leito de partículas	–
$m_i$	Massa inicial da amostra	$g$
$m_{ssa}$	Massa de sólidos secos das amostras	$g$
$p$	Nível de significância	-
$P_{micro-ondas}$	Potência do micro-ondas	$W$
$P_{v\u00e1cuo}$	Pressão de vácuo	$kPa$
$R^2$	Coefficiente de Correlação	–
$\rho_{ap}$	Densidade aparente	$g\ cm^{-3}$
$\rho_r$	Densidade real	$g\ cm^{-3}$
$T$	Temperatura	$^{\circ}C$
$v_{ar}$	Velocidade do ar de secagem	$m\ s^{-1}$
$X$	Umidade	$kg\ \acute{a}gua\ kg^{-1}\ s\u00f3lido\ seco$
$X_{bs}$	Umidade em base seca	$kg\ \acute{a}gua\ kg^{-1}\ s\u00f3lido\ seco$
$X_u$	Umidade inicial da amostra em base \u00famida	$g\ H_2O\ g^{-1}\ s\u00f3lidos\ totais$

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>25</b>
1.1 OBJETIVOS .....	27
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>28</b>
2.1 PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC).....	28
2.2 PERESKIA ACULEATA MILLER.....	28
2.3 SECAGEM DE ALIMENTOS.....	29
2.3.1. <i>Secagem por micro-ondas à vácuo (MWVD)</i> .....	31
2.4 PRÉ-TRATAMENTO .....	33
2.4.1 <i>Branqueamento</i> .....	33
2.4.2 <i>Adição de bicarbonato de sódio ao branqueamento</i> .....	33
2.5 ANÁLISE SENSORIAL .....	34
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
3.1 SELEÇÃO E PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA.....	34
3.2 PRÉ-TRATAMENTO .....	34
3.2.1 <i>Branqueamento em água filtrada (BA)</i> .....	35
3.2.2 <i>Branqueamento em solução de bicarbonato de sódio (BBS)</i> .....	35
3.3 SECAGEM POR MICROONDAS A VÁCUO .....	35
3.4 OBTENÇÃO DO PÓ .....	36
3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS .....	37
3.5.1 <i>Determinação de Umidade</i> .....	37
3.5.2 <i>Atividade de água</i> .....	37
3.5.3 <i>Massa específica aparente</i> .....	37
3.5.4 <i>Massa específica real</i> .....	37
3.5.5 <i>Porosidade</i> .....	38
3.5.6 <i>Cor</i> .....	38
3.5.7 <i>Análise Sensorial: Teste de Aceitação</i> .....	39

<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	41
4.2 CINÉTICAS DE SECAGEM.....	41
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS .....	45
4.3.1 Porosidade.....	45
4.3.2 Análise de cor.....	45
4.4 ANÁLISE SENSORIAL.....	48
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A – FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO (SESSÃO 1).....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE B – FICHA DO TESTE COM INFORMAÇÃO DO PRODUTO (Sessão 2).....</b>	<b>58</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande biodiversidade de plantas com propriedades nutricionais importantes. Um exemplo é a ora-pró-nobis, uma planta alimentícia não convencional (PANC). De acordo com Kinupp (2009) PANCs são plantas com distribuição limitada, restrita à determinadas localidades ou regiões. Não são cultivadas em larga escala e fazem parte da culinária regional, assim, não despertam o interesse comercial de empresas do setor agrícola.

A *Pereskia aculeata* Miller é uma PANC popularmente conhecida como Barbados groselha e mais comumente como Ora-pro-nobis, é um tipo de cacto brasileiro. Pertence à família Cactaceae e subfamília Pereskioideae, é nativa da América do Sul e adaptada apenas a baixas altitudes (PINTO, DUQUE, et al., 2015; SILVA et al., 2017). As folhas da planta são utilizadas na culinária regional brasileira e possuem considerável valor nutricional devido ao alto teor de proteínas, ferro, cálcio, microelementos,  $\beta$ -caroteno e ácidos ascórbico e fólico (ALMEIDA & CORREA, 2012; TAKEITI et al., 2009).

A fim de aumentar a vida útil e possibilitar a comercialização do produto, pode-se aplicar alguns processos, como por exemplo a secagem. A secagem é o processo mais utilizado para conservar os produtos agrícolas após sua colheita. O principal propósito é a redução do teor de água no alimento até que se atinja níveis que reduzam o crescimento microbiano e as taxas de reação enzimática e oxidativa, permitindo o armazenamento do produto por mais tempo (CHAVES, 2004; FELLOWS (2006); GONELLI, 2008; PALACIN, 2009). O produto desidratado tem menor massa e volume e não necessita de refrigeração, reduzindo os custos com transporte, embalagem e armazenamento dos alimentos (FELLOWS, 2000).

A secagem convectiva é o método mais popular utilizado para produzir frutas e hortaliças desidratadas (KARAM, 2016). Entretanto, apresenta baixa uma eficiência energética, longos tempos de secagem, podendo provocar degradações térmicas e encolhimento da matriz sólida, reduzindo a capacidade de reidratação do produto desidratado (ORIKASA et al., 2014). A busca por tecnologias de secagem eficientes, que resultem em um curto tempo de processo e ainda assim permitam a obtenção de alimentos de alta qualidade sensorial, e nutricional, é de grande importância para o desenvolvimento industrial deste tipo de alimento (MONTEIRO, 2018).

Dessa forma, a secagem por micro-ondas a vácuo é um método de secagem alternativo para a produção de pós de ora-pro-nóbis em um curto tempo de secagem, menor consumo energético e baixo custo operacional (GUNASEKARAN, 1999; MONTEIRO, 2021). A utilização



de baixas pressões previne a degradação térmica e oxidativa das amostras, esse fator ocorre porque a baixa temperatura aliada ao vácuo, reduz a ocorrência de oxidação, preservando a coloração dos produtos (SONG et al., 2018; CHUDY et al., 2019, MONTEIRO, 2021).

A cor é um importante parâmetro de qualidade de alimentos desidratados que influenciam a aceitação do consumidor. Durante a secagem a cor pode ser degradada por reações de oxidação enzimática, caramelização e reação de Maillard (RATTI, 2009). O branqueamento térmico de vegetais é muito utilizado para inativação enzimática, auxiliando na preservação da cor. Além disso, o branqueamento térmico combinado com a adição de sais, como o bicarbonato de sódio, favorece a retenção da clorofila e a manutenção da qualidade sensorial do alimento desidratado (KAUR et al. 2006; KAUSHAL et al.; 2013 ARAUJO et al., 2016; KORUS, 2022).

## 1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é estudar como diferentes pré-tratamentos influenciam a preservação da cor e a aceitação do pó de ora-pro-nóbis obtido pela secagem por micro-ondas a vácuo.

Os objetivos específicos são:

- a) Determinar as cinéticas de secagem de micro-ondas a vácuo das folhas de ora-pro-nóbis submetidas a diferentes pré-tratamentos (branqueamento em água pura e branqueamento em solução de bicarbonato de sódio 3%) e sem pré-tratamento;
- b) Caracterizar e comparar os pós de ora-pro-nóbis obtidos pelos diferentes processos quanto ao teor de umidade, atividade de água e porosidade.
- c) Avaliar a influência do pré-tratamento das folhas na coloração final do produto e na aceitação da cor do pó obtido pelos consumidores.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 PLANTA ALIMENTÍCIA NÃO CONVENCIONAL (PANC)

De acordo com KINUPP et al. (2009, 2016), as plantas alimentícias não convencionais (*PANCs*) não são globalizadas, não possuem cadeia produtiva estruturada e são notavelmente rústicas e resilientes, além de apresentarem destacado potencial nutricional. De maneira geral, as *PANCs* são plantas nativas, algumas vezes exóticas, e também podem incluir partes alimentícias de espécies convencionais, como por exemplo as folhas de batata-doce, folhas de flores, o “umbigo” da bananeira, flores, alguns brotos e sementes de abóboras.

Ainda é baixo o interesse comercial de empresas do setor agrícola pelas *PANCs* e essas plantas se tornaram uma alternativa para o aproveitamento da biodiversidade brasileira, uma vez que são fontes nutricionais acessíveis pela população, devido ao baixo custo (MADEIRA ET AL., 2013).

### 2.2 PERESKIA ACULEATA MILLER

A *Pereskia aculeata* Miller é popularmente conhecida como ora-pro-nóbis. Barbados groselha, jumbeba ou trepadeira limão. Pertence à família Cactaceae e subfamília Pereskioideae, é nativa da América do Sul e adaptada apenas a baixas altitudes. É uma planta de fácil cultivo e no Brasil é encontrada em regiões litorânea, como Bahia e Rio Grande do Sul (PINTO, DUQUE, et al., 2015; SILVA et al., 2017; DAYRELL; VIEIRA, 1977; DUARTE; HAYASHI, 2008; ALMEIDA FILHO; CAMBRAIA., 1974).

Os primeiros pesquisadores a relatar o alto valor nutritivo das folhas de ora-pro-nóbis foram Almeida Filho e Cambraia (1974), os quais observaram que as folhas possuíam um teor de proteína de 25,5 %, valor superior ao encontrado em outros vegetais. Porém, por mais que folhas de Ora-pro-nóbis apresentem um alto teor de proteína quando comparadas com outros vegetais e hortaliças, isso não significa necessariamente que a folha possua alta qualidade nutricional, uma vez que a qualidade da proteína depende da digestibilidade e do perfil de aminoácidos (ALVES et al., 2008; HENRIQUES et al., 2008; ZEM et al., 2017).

Takeiti et al. (2009) fizeram um estudo sobre a digestibilidade in vitro da proteína de folhas de ora-pro-nóbis e obtiveram um resultado de hidrólise de 75,9%, o qual difere do resultado

de 85% de digestibilidade obtido por Cambraia (1980), sendo considerado um valor alto. Ainda no estudo de Takeiti et al. (2009), dentre os aminoácidos essenciais o mais abundante foi o triptofano, 5,52 g/100 g de matéria seca, contribuindo com 20,46% em relação ao conteúdo total de aminoácidos.

Um alimento pode ser considerado rico em fibras quando tiver um mínimo de 6 g fibras/100 g do produto (BRASIL, 1998). Sobrinho et al. (2015) estudaram as folhas de Ora-pro-nóbis e os resultados indicam que elas podem ser consideradas um alimento rico em fibras dietéticas.

Com relação aos carboidratos, há grandes divergências nos valores relatados na literatura conforme o método utilizado para determinação do teor de carboidrato. De maneira geral os valores variam entre 40 a 50% da massa do produto. Entretanto, em todos os estudos a fração de carboidratos encontrada se apresentou como o composto majoritário. Tais discrepâncias podem estar relacionadas principalmente à fatores sazonais e ambientais.

De acordo com Queiroz et al. (2015), a luminosidade pode interferir na composição da planta, sendo que uma maior quantidade de cinzas foi encontrada em folhas de plantas cultivadas em regiões com mais insolação e luminosidade. A sazonalidade é outro fator que pode acarretar alterações nos componentes dos vegetais, como temperatura, umidade e luz, essas mudanças influenciam nos teores de proteínas, fibras e açúcares, resultando em maiores concentrações destes no período do verão (VARGAS et al., 2016).

Outra particularidade da folha são os baixos níveis de lipídeos. Os teores de lipídeos encontrados na literatura são próximos e não ultrapassaram 5,23%. Segundo o estudo de Vargas et al. (2017), a ausência de grandes variações nos resultados da fração lipídica se deve por não sofrer influência da sazonalidade. Estes baixos valores permitem que as suas folhas sejam utilizadas em dietas hipocalóricas ou com restrição de gordura (ROCHA et al., 2008; RODRIGUES et al., 2015).

A umidade das folhas de Ora-pro-nóbis é alta e varia de 87,5 % a 90 % em base úmida (TAKEITI et al., 2009; ALMEIDA et al., 2014; MONTEIRO et al., 2021) o que resulta em alta perecibilidade do produto. Dessa forma, a desidratação é uma alternativa viável para facilitar sua comercialização.

### 2.3 SECAGEM DE ALIMENTOS

Segundo Fellows (2000) e Gonelli (2008) a secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e estabilidade de produtos agrícolas após sua colheita. O processo de secagem ocorre por meio de condições controladas, com o intuito de reduzir a atividade de água ( $a_w$ ), inibindo assim o crescimento microbiano e reduzindo a velocidade das reações químicas, o que evita a deterioração do produto. Além do aumento da vida útil dos alimentos, a diminuição da massa e do volume facilita o armazenamento e transporte dos produtos (SINGH; HELDMAN, 2009; CHAVES, 2004; PALACIN, 2009).

Quando se trata da secagem de plantas, deve-se atentar à termossensibilidade dos compostos bioativos, que devem ser preservados no produto seco. Além disso, a secagem pode alterar algumas características sensoriais que possuem um papel importantíssimo na aceitação do produto pelo consumidor, como sua cor e aparência, assim deve-se encontrar as condições ideais de processamento para evitar alterações indesejáveis (BARITAUX et al., 1992 e FELLOWS, 2000).

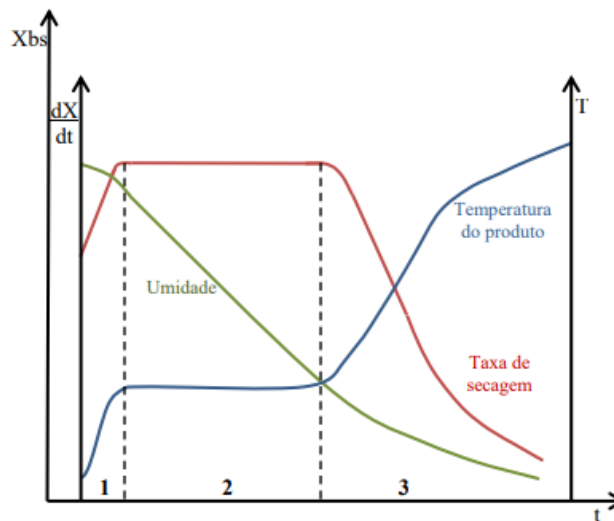
A remoção da umidade presente em um alimento envolve simultaneamente a transferência de calor e de massa. Na secagem convectiva, o ar quente que escoia sobre os produtos fornece a energia necessária para evaporação da água. O produto perde umidade para o ambiente até que a pressão parcial de vapor de água no sólido seja igual à pressão parcial de vapor de água no ambiente (FELLOWS, 2000; RATTI, 2008). A remoção de água resulta em mudanças físicas, químicas ou biológicas. De maneira geral, os materiais de origem vegetal são mais susceptíveis a danos causados pela transferência de calor e massa na secagem. Se ocorre o encolhimento anisotrópico, o material submetido ao processo de secagem pode sofrer deformação ou rachadura, além do escurecimento enzimático (SINGH; HELDMAN, 2009; KEEY, 1972; GEANKOPLIS, 1993).

Ao longo do processo de secagem pode-se definir três períodos distintos (Figura 1). No primeiro período o produto encontra-se à uma temperatura inferior a temperatura do ar de secagem, podendo ocorrer um aumento da taxa de evaporação que ocorre com o aumento da temperatura, este ajuste inicial é chamado de fase de adequação. No segundo período, inicia-se o período de secagem à taxa constante uma vez que a temperatura da superfície alcança a temperatura de bulbo úmido do ar de secagem. A taxa de evaporação depende diretamente da taxa de transferência de calor para o material que está no processo de secagem. (GEANKOPLIS, 1993).

Por fim tem-se o terceiro e último período, sendo esse, a secagem à taxa decrescente. A umidade da superfície do material é consideravelmente baixa e como ocorre a migração dessa

umidade no interior, a taxa de secagem é controlada pela migração de umidade do interior para a superfície do material. A umidade mínima alcançada é a umidade de equilíbrio do material com o ar de secagem, marcando dessa forma o fim do processo, como ocorre a redução da taxa ao final do período tem-se a umidade crítica do sistema ( $X_c$ ) (GEANKOPLIS, 1993; FELLOWS, 2006).

**Figura 1.** Curvas típicas de secagem.



Fonte: Monteiro, 2014

O processo de secagem pode ocorrer de inúmeras formas, dependendo do tipo de sólido, do equipamento de secagem, dos parâmetros de secagem como temperatura, pressão, velocidade e umidade relativa. A escolha do processo mais adequado depende principalmente do alimento a ser desidratado e das características desejadas para o produto (FOUST et al., 1982 e TREYBAL, 1981).

A busca por tecnologias de secagem eficientes, que possuem um curto tempo de processo e ainda assim apresentem produtos alimentícios de alta qualidade sensorial, nutricional e estética, é de grande importância para o desenvolvimento industrial deste setor (MONTEIRO, 2018). Os fatores que determinam a escolha do tipo de secador a ser utilizado incluem a natureza do produto, as condições de operação e os fatores econômicos (CHUA; CHOU, 2003)

### 2.3.1. Secagem por micro-ondas à vácuo (MWVD)

Na secagem por micro-ondas a vácuo, as ondas eletromagnéticas promovem um aquecimento volumétrico e os vapores são formados no interior do produto gerando um gradiente

interno de pressão que força a saída da água. Dessa maneira, o encolhimento dos alimentos é minimizado. A secagem MWVD apresenta uma rápida taxa de remoção da água, resultando em produtos secos e de qualidades sensoriais e nutricionais elevadas (ZHANG, 2006).

O vácuo permite a desidratação de alimentos com propriedades termossensíveis devido a redução da temperatura de saturação da água com a redução da pressão, proporcionando temperaturas mais baixas durante o processo de secagem (CHANDRASEKARAN; RAMANATHAN; BASAK, 2013; ZHANG et al., 2006). Além disso, a baixa concentração de oxigênio inerente à secagem a vácuo previne a oxidação de compostos, ocasionando uma melhora nas características sensoriais, como cor, textura e sabor dos alimentos desidratados (GUNASEKARAN, 1999; ZHANG et al., 2006).

Algumas literaturas demonstraram que o processo *MWVD* ocorre em tempos de secagem 70-90% menores se comparados à secagem convectiva, e cerca de quatro vezes menor se comparado à liofilização (GIRI; PRASAD, 2007; KARAM et al., 2016; LIN; DURANCE; SCAMAN, 1998; REGIER et al., 2005).

O aspecto visual dos alimentos desidratados é um dos principais parâmetros de qualidade de um alimento, a aparência tem grande impacto na aceitação do produto pelo consumidor, (JINOROSE, 2008). De acordo Bullerjahn, e Post (1993), as cores dos vegetais indicam a variedade nutricional e os benefícios que podemos adquirir ingerindo-os.

A coloração verde das plantas é devido à clorofila, um pigmento que possui propriedades fotossintetizantes (ATIKINS, 2006). Durante um processo de secagem, a clorofila é degradada com o aumento da temperatura, podendo alterar a cor do alimento desidratado em comparação ao *in natura*. A alteração da cor de um produto reduz sua qualidade e é frequentemente acompanhada por mudanças de textura, sabores desagradáveis, solubilidade diminuída e perda de valor nutricional (JINOROSE, 2008; REIS, 2012).

Para preservar algumas características sensoriais e nutricionais, pode-se aplicar pré-tratamentos aos vegetais antes de submetê-los a uma secagem. O branqueamento é um pré-tratamento térmico que tem como objetivo a inativação de enzimas que provocam o escurecimento de vegetais, auxilia na fixação da cor, do aroma e do sabor dos alimentos e na preservação de nutrientes (ARAUJO et al., 2016; KORUS, 2022).

## 2.4 PRÉ-TRATAMENTO

Os pré-tratamentos são aplicados com intenção de aumentar a vida útil dos alimentos através da inativação de enzimas. Melhora a aparência, ajuda a manter a cor do produto e auxilia nos processos posteriores reduzindo a perda de alguns nutrientes (ARROQUI et al., 2003a).

### 2.4.1 Branqueamento

O branqueamento consiste em um tratamento térmico a que os alimentos são submetidos antes de alguns processamentos como: secagem, frituras, congelamentos dentre outros, caracterizando-o como um pré-tratamento que pode modificar a textura, sabor e preserva a cor dos alimentos (ARROQUI et al., 2003a, 2003b). É um processo muito utilizado para elevar a qualidade dos produtos durante o armazenamento, uma vez que contribui para a destruição de microrganismos nos alimentos *in natura* e promove a inativação de enzimas (CRUZ; VIEIRA; SILVA, 2006; HONG et al., 2017; MUKHERJEE; CHATTOPADHYAY, 2007). Reações enzimáticas são responsáveis por uma sequência de reações de deterioração dos alimentos, como alteração no sabor, textura, odores indesejáveis, perdas de nutrientes e alteração de cor do produto (ZHANG et al., 2018).

O método de branqueamento mais adotado e conhecido comercialmente por sua praticidade consiste na imersão do alimento em água quente (70 – 100 °C) durante um intervalo de tempo específico e seguido de imersão em água fria, a fim de cessar o tratamento térmico (MUKHERJEE; CHATTOPADHYAY, 2007). O tempo utilizado depende do alimento e do tipo de enzima presente para sua inativação (XIAO et al., 2017).

### 2.4.2 Adição de bicarbonato de sódio ao branqueamento

A adição de bicarbonato de sódio, na água de branqueamento favorece a retenção da clorofila, preservando a cor e mantendo a qualidade sensorial do alimento desidratado (KAUR et al. 2006; KAUSHAL et al., 2013). No entanto, deve ser dosado adequadamente, pois pode suavizar a textura de vegetais e aumentar a destruição da vitamina C e vitamina B1 (POTTER e HOTCHKISS, 1995).



O custo de aquisição do bicarbonato de sódio é relativamente baixo, e a sua adição pode também aumentar a palatabilidade dos alimentos, tornando-se um dos principais motivos do seu uso na indústria (VAN DER VEER, 1985).

## 2.5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial está ligada as sensações, percepções e reações do consumidor referente a determinado produto. Portanto, é considerada uma ciência que além de medir e analisar, interpretar as diferentes reações com o auxílio dos órgãos ligados aos sentidos (STONE; SIDEL, 2004). Muito utilizada no controle de qualidade e desenvolvimento de novos produtos, uma vez que o consumidor final avalia a sua aceitação ou rejeição (MINIM, 2018; STONE; SIDEL, 2004).

Quando se avalia um novo produto, a aceitação do consumidor final é um dos pontos chaves. De nada vale criamos um produto excelente em características químicas, físicas e microbiológicas se o produto não é aceito pelo consumidor (MINIM, 2018).

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 SELEÇÃO E PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

As folhas *in natura* de *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida como Ora-pró-nobis, foram adquiridas em um sítio localizado na cidade de Tubarão-SC, e transportadas para a cidade de Florianópolis no mesmo dia. As folhas foram colhidas, destacadas dos galhos e selecionadas manualmente, lavadas em água corrente e higienizadas em solução de 200 ppm de hipoclorito de sódio. Após a higienização, as folhas foram centrifugadas, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a  $10,0 \pm 0,5$  °C até o momento de utilização. Antes dos procedimentos experimentais, as folhas foram selecionadas visualmente (folhas firmes, brilhantes e sem manchas escuras ou amareladas), descartando as folhas não uniformes.

### 3.2 PRÉ-TRATAMENTO

Antes de serem submetidas à secagem por *MWVD*, as folhas de *OPN* foram pré-tratadas por dois diferentes métodos que estão descritos a seguir.

### 3.2.1 Branqueamento em água filtrada (BA)

Aproximadamente 100 g de folhas *OPN* foram imersas em 2 kg de água quente ( $98^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 min) e resfriadas em 2 kg de água fria ( $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 min). Após o branqueamento, as amostras foram centrifugadas por aproximadamente 30 s e dispostas, durante 5 min, em tecido absorvente para remoção da água aderida às suas superfícies.

### 3.2.2 Branqueamento em solução de bicarbonato de sódio (BBS)

Aproximadamente 100g de folhas *OPN* foram branqueadas ( $98^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 min) e resfriadas ( $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  por 1 min) em 2 kg de uma solução com concentração de 3% de bicarbonato de sódio em ambas as etapas (branqueamento e resfriamento). Após o tratamento, as amostras foram centrifugadas por aproximadamente 30 s e dispostas, durante 5 min, em tecido absorvente para remoção da água aderida às suas superfícies.

## 3.3 SECAGEM POR MICROONDAS A VÁCUO

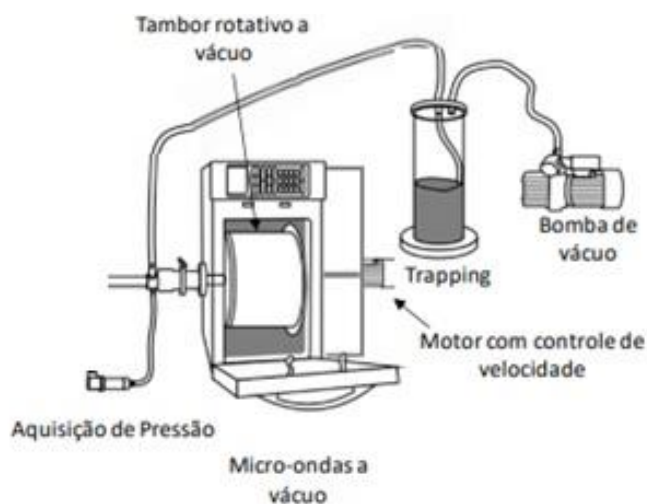
A secagem foi realizada em um forno de micro-ondas doméstico (LG, modelo – MS4297DIR(A), China), adaptado por Monteiro et al. (2015) e Gomide et al (2021), em que a potência é emitida continuamente pelo *magnetron* (Figura 2). O equipamento possui um espaço interno de 42 litros, potência máxima de saída do magnetron de 1200 W e frequência de 2.450 MHz. O sistema foi adaptado com a inserção de um tambor rotativo de polipropileno que permite a aplicação de vácuo. O micro-ondas foi adaptado para trabalhar invertido e o tambor foi dividido em quatro quadrantes para melhor dispor as amostras, possibilitando uma melhor agitação do produto durante a secagem. Uma coluna de sílica gel foi posicionada entre o forno e a bomba de vácuo com o intuito de absorver os vapores de água formados durante a secagem, garantindo um bom funcionamento da bomba e o controle do nível de vácuo.

Foram avaliadas as secagens utilizando as duas amostras que passaram pelos pré-tratamentos e a secagem com a amostra controle, a qual não passou por pré-tratamento. Para as secagens, foram utilizadas 100 g de amostras distribuídas uniformemente em 4 potes de polipropileno com tampas perfuradas para permitir a saída do vapor (25g/quadrante). A pressão no

interior do tambor foi reduzida até 10 kPa, a velocidade de rotação foi ajustada em 13 rpm e em seguida o equipamento foi ligado na potência de 600 W.

As curvas de secagem foram determinadas de forma destrutiva, ou seja, cada ponto experimental era obtido a partir de uma nova amostra. Em intervalos regulares de tempo as amostras eram retiradas para as determinações de temperatura, umidade e atividade de água, para as análises as folhas foram trituradas manualmente. A temperatura da superfície da amostra foi medida com um termômetro infravermelho ( $\epsilon = 0,96$ ) (Fluke, Modelo 62MAX, China). Todos os processos foram realizados em duplicata.

**Figura 2.** Representação esquemática do dispositivo experimental.



Fonte: Adaptado de Gomide, 2021.

### 3.4 OBTENÇÃO DO PÓ

As folhas desidratadas foram manualmente maceradas em um pistilo para uma diminuição inicial de seu tamanho. Após esse processo aproximadamente 23 g de produto foram trituradas em um processador elétrico (Mallory Super Blender Power, Brasil) com três pulsos de moagem de 50 s cada. O produto moído foi classificado em uma peneira de 40 mesh. Desprezou-se o retido nas peneiras e utilizou-se como pó o produto passante.

### 3.5 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS

Os pós obtidos ao final de cada secagem foram caracterizados pela determinação dos seguintes parâmetros físico-químicos: umidade, atividade de água, densidade aparente, densidade real, porosidade e cor. Todos os parâmetros foram analisados em triplicata.

#### 3.5.1 Determinação de Umidade

O conteúdo de água foi determinado pelo método gravimétrico (balança analítica Shimadzu, Modelo - AY220, Filipinas com precisão de 0,001 g) a vácuo ( $\leq 100$  mmHg, 70°C) em estufa a vácuo (TECNAL, Modelo TE-395, Brasil) conforme metodologia da AOAC (2005). As análises foram realizadas em triplicata.

#### 3.5.2 Atividade de água

A atividade de água foi determinada em triplicata em um higrômetro digital (Aqualab modelo -Series 3 TE, Decagon Devices, Inc., Pullman, USA), esse higrômetro tem como princípio de medida o ponto de orvalho a 25 °C.

#### 3.5.3 Massa específica aparente

Para essa análise cerca de 5 g de massa de pó de *OPN* foi vertida em uma proveta graduada de 25 mL ( $V_{ap}$ ), compactada realizando 100 batidas repetidas com o tubo em uma superfície plana até uma altura constante do leito de partículas (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2005; GOULA; ADAMOPOULOS, 2008). A densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) do leito de partículas foi calculada pela razão de massa ( $m_a$ ) e o volume aparente de pó (Equação 1). Esse processo foi realizado em triplicata.

$$\rho_{ap} = \frac{m_a}{V_{ap}} \quad (1)$$

#### 3.5.4 Massa específica real

A massa específica real dos pós foi determinada no LATESC - Laboratório de Termodinâmica e Extração Supercrítica da UFSC utilizando um picnômetro com gás hélio (Micromeritics, AccuPyc II 1340, EUA) a partir da variação da pressão em uma câmara com

volume conhecido. Nessa análise, o gás penetra nos poros que possuem diâmetro maior que o diâmetro de sua molécula. Tudo que não é penetrado pelo gás é considerado como volume de sólido. Cápsulas de alumínio foram preenchidas com pó até atingirem 2/3 de seu volume total e pesadas. Foram realizadas 10 leituras para determinação da massa específica real (Equação 2).

$$\rho_r = \frac{m_a}{V_r} \quad (2)$$

### 3.5.5 Porosidade

A partir da massa específica aparente e massa específica real do pó de ora-pro-nóbis, a porosidade do leito de partículas ( $\varepsilon$ ) pode ser calculada segundo a Equação 3 (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2005) em que  $\rho_r$  é a densidade real ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e  $\rho_{ap}$  é a densidade aparente ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

$$\varepsilon = \left(1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_r}\right) \times 100 \quad (3)$$

### 3.5.6 Cor

A cor do pó das folhas de *OPN* foi determinada usando o colorímetro Delta Vista 450G (Delta Color, Brasil). A cor foi expressa pelo sistema de coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  (escala CIELAB) em que a luminosidade é indicada pelo parâmetro  $L^*$  ( $L^* = 100$  branco e  $L^* = 0$  preto), e as cromaticidades são indicadas pelos parâmetros  $a^*$  ( $+a^* =$  vermelho e  $-a^* =$  verde) e  $b^*$  ( $+b^* =$  amarelo e  $-b^* =$  azul) (FRANCIS, F. J. 1995). Por fim a variação da cor total foi avaliada pelo parâmetro  $\Delta E^*$  tomando como referência a amostra *in natura* fresca ( $L_0$ ,  $a_0$  e  $b_0$ ), de acordo com a Equação (4).

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_0)^2 + (a^* - a_0)^2 + (b^* - b_0)^2} \quad (4)$$

Os resultados obtidos pelas análises de cor, umidade, densidade aparente e temperatura e analisados estatisticamente pelo teste de Tukey a 95% de confiança.

### 3.5.7 Análise Sensorial: Teste de Aceitação

Para esta análise, contou-se com a colaboração 60 participantes (32 do sexo feminino e 28 do sexo masculino, com média de idade de  $27 \pm 9$  anos) recrutados na Universidade Federal de Santa Catarina, local de realização dos testes. Apenas a cor do pó foi considerada para a avaliação do consumidor. Foi aplicado método afetivo em duas etapas, o objetivo é que se consiga avaliar a influência de características não sensoriais e sensoriais na escolha do produto, avaliar o quanto o público gosta ou desgosta do produto apresentado (BÁRCENAS et al., 2001; CAPORALE et al., 2006; DI MONACO et al., 2004; MINIM, 2012).

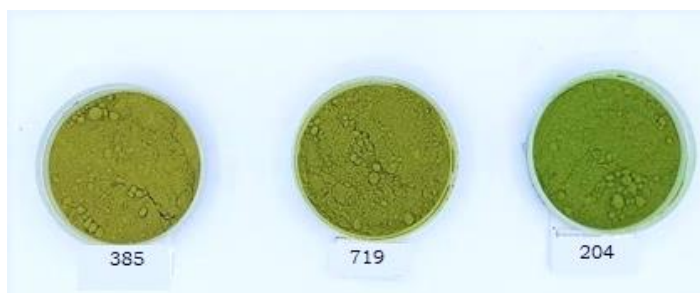
Na primeira etapa, as amostras foram servidas em posições pré-fixadas em uma cabine de tenda fotográfica, providas com lâmpadas de *led* uniformemente distribuídas (Figura 3). Esse procedimento garantiu que todas as amostras recebessem mesma luminosidade. As amostras foram codificadas por 3 dígitos aleatórios e a apresentação foi feita de forma simultânea, aleatória e balanceada. Foi aplicado então o teste de aceitação com escala hedônica de nove pontos, os termos variam entre “gostei extremamente” e “desgostei extremamente” (MINIM, 2018). Nesta etapa, o público avaliou a aparência de cada pó sem ter algum conhecimento de informação prévia, conhecida como “teste às cegas”.

Na segunda etapa, o mesmo procedimento foi adotado. Entretanto, as amostras foram identificadas por códigos diferentes da primeira sessão e servidas juntamente com três folhas de OPN *in natura* e com a informação de que as amostras avaliadas eram destinadas ao consumo e provenientes da desidratação da folha servida (Figura 4). Como a OPN é uma folha pouco conhecida, essa sessão teve como objetivo esclarecer aos participantes qual era o produto em análise, possibilitando determinar a influência dessa informação na aceitação. A seguir, ainda na mesma sessão, os participantes ordenaram as amostras de acordo com sua similaridade com a folha *in natura*. A ordenação foi feita de forma crescente, de modo que a primeira e a terceira posição foram atribuídas à amostra com a cor mais e menos similar à folha *in natura*, respectivamente.

Os dados de aceitação da cor de cada sessão foram avaliados por meio da Análise de Variância (ANOVA), considerando duas fontes de variação (participantes e amostra). A ANOVA foi seguida pelo teste de médias de *Tukey*. A influência da informação foi avaliada por meio da comparação das médias entre as duas sessões a partir do teste t para amostras pareadas (bilateral). Para o teste de ordenação, foi calculada a soma de ordens de cada amostra e os dados foram submetidos ao teste de Friedman, seguido pelo teste de Christensen. As análises estatísticas foram

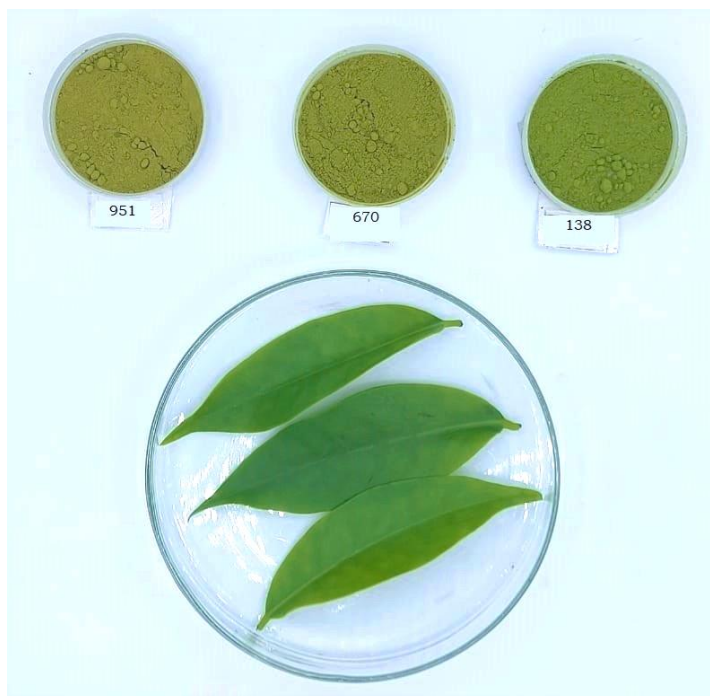
realizadas considerando um nível de 5% de probabilidade.

**Figura 3.** Primeira sessão teste de aceitabilidade, amostras de ora-pro-nóbis desidratada.



Fonte: A autora (2022).

**Figura 4.** Segunda sessão teste de aceitabilidade, amostras de PAM desidratadas acompanhada de folha *in natura*.



Fonte: A autora (2022).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Antes de cada processamento, as folhas *in natura* de *Pereskia aculeata* Miller foram submetidas a análises teor de umidade e atividade de água.

**Tabela 1.** Parâmetros físico-químicos das folhas de *Pereskia aculeata* Miller *in natura* e após os pré-tratamentos (média  $\pm$  desvio padrão).

Tratamento	Umidade b.s ( $g\ g^{-1}$ )	Atividade de Água
<i>In natura</i>	9,136 $\pm$ 0,377 <sup>a</sup>	0,990 $\pm$ 0,006 <sup>a</sup>
BA	9,752 $\pm$ 0,181 <sup>b</sup>	1,003 $\pm$ 0,007 <sup>b</sup>
BBS	9,190 $\pm$ 0,248 <sup>a</sup>	0,999 $\pm$ 0,003 <sup>b</sup>

\*Para uma mesma amostra, letras diferentes em uma coluna representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no teste de Tukey.

A umidade das folhas *in natura* se aproxima dos valores encontrados na literatura (ALMEIDA et al.,2014; TAKEITI et al., 2009). Pode ocorrer variação na umidade por alguns fatores como variações agronômicas e climáticas e pelos experimentos terem sido realizado em dias distintos.

Quando se analisa a atividade de água, nota-se que há grande quantidade de água disponível que favorece o crescimento de micro-organismos e possibilita reações químicas e enzimáticas. Isso justifica as folhas serem consideradas um produto perecível, uma vez que água presente acelera sua degradação por microrganismos deteriorantes.

### 4.2 CINÉTICAS DE SECAGEM

Na Figura 5 estão representadas as curvas de secagem de *OPN* pelo processo *MWVD*, as cinéticas foram realizadas em duplicata e apresentam boa reprodutibilidade. A Tabela 2 mostra os



valores finais de umidade e atividade de água após a secagem das folhas pelos três processos. Todos os produtos resultaram na mesma umidade final ( $0,06 \text{ g g}^{-1} \text{ b.s}$ ) após 10 minutos de secagem, portanto os pré-tratamentos não influenciaram na cinética de secagem. De acordo com a RDC nº 272 da ANVISA, de 22 de setembro de 2005, produtos de vegetais secos ou desidratados devem possuir umidade inferior a 12%, os pós obtidos possuem em torno de 6% de umidade atendendo aos requisitos necessários.

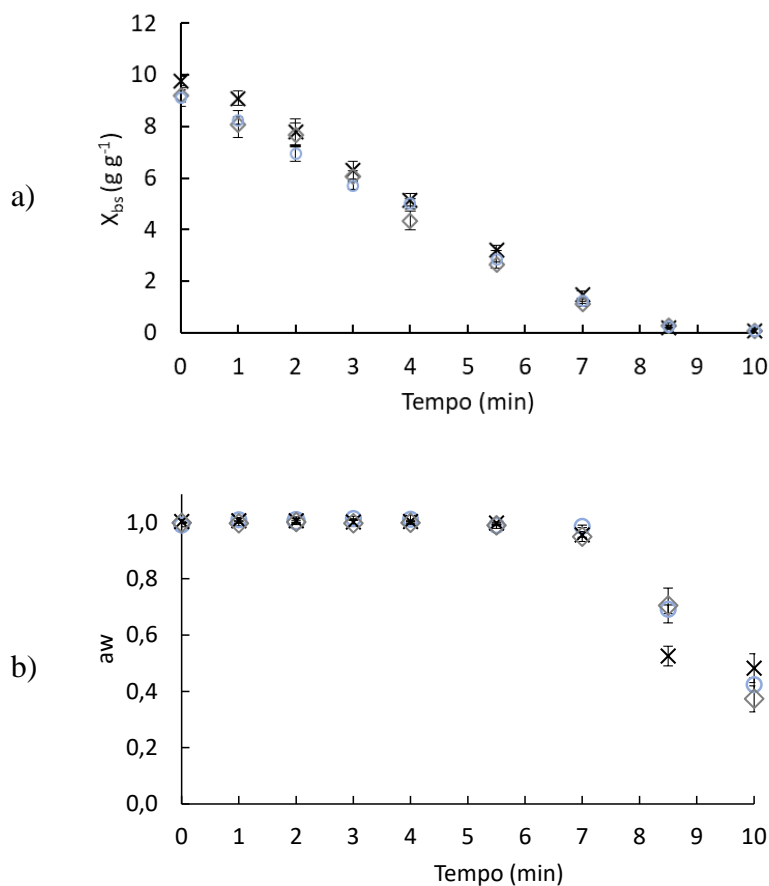
Quando se trata de reações biológicas, Barbosa Cánovas et al. (2007) comentam que para evitar reações químicas e enzimáticas é necessária uma atividade de água entre 0,2 e 0,3. Porém quando se trata da susceptibilidade à ação de microrganismos, é necessário um teor de atividade de água superior a 0,6. Os pós obtidos pelos três processos apresentaram uma atividade de água entre 0,37 e 0,48, podendo ser considerados susceptíveis à algumas reações químicas e enzimáticas, entretanto mostram-se microbiologicamente estáveis. As atividades de água nos diferentes tipos de pré-tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, sendo a menor atividade de água a da cinética com adição de bicarbonato de sódio ( $a_w = 0,373$ ).

**Tabela 2.** Dados experimentais da umidade em base seca e atividade de água dos pós obtidos pela secagem de ora-pro-nóbis em diferentes pré-tratamentos natura (média  $\pm$  desvio padrão).

Tratamento	Umidade b.s. ( $\text{g g}^{-1}$ )	Umidade b.u (%)	$a_w$ (%)
<i>Sem tratamento</i>	$0,061 \pm 0,004^a$	5,8	$0,412 \pm 0,047^a$
<i>BA</i>	$0,063 \pm 0,003^a$	5,9	$0,482 \pm 0,039^b$
<i>BBS</i>	$0,066 \pm 0,004^a$	6,2	$0,373 \pm 0,051^a$

\*Para uma mesma amostra, letras diferentes em uma coluna representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no teste de Tukey.

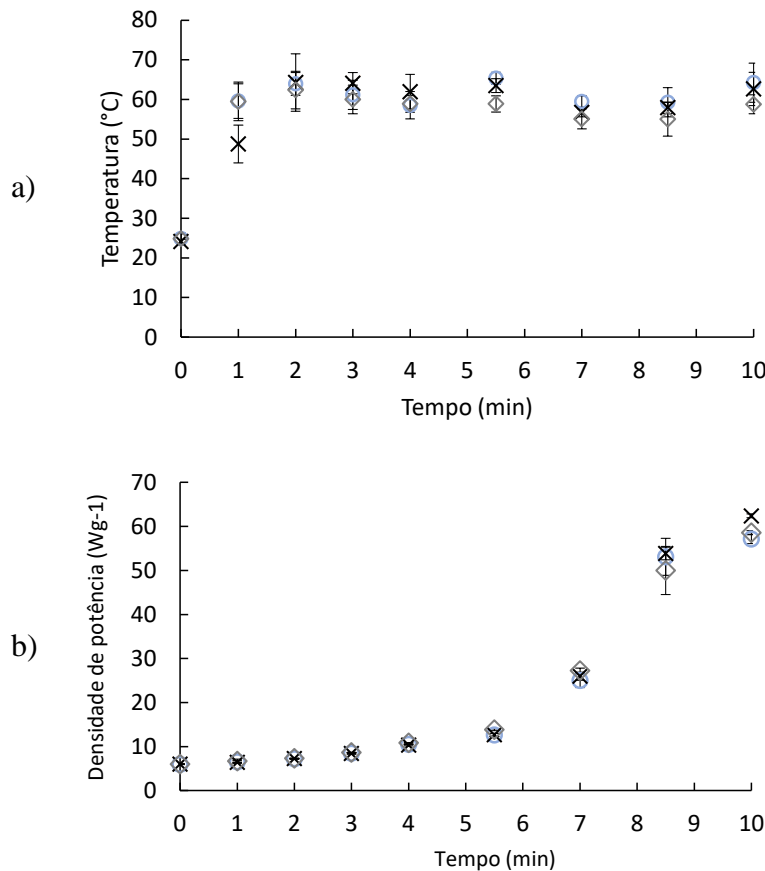
**Figura 5** Dados experimentais das cinéticas de secagem e desvio padrão da *Pereskia aculeata* Miller. a) Variação temporal da umidade em base seca. b) Variação temporal da  $a_w$ . Sem-tratamento ( $\circ$ ); BA ( $\times$ ) e BBS ( $\diamond$ ).



Na Figura 5(a) pode-se observar uma curva decrescente com três períodos distintos, comportamento característico de um processo de uma secagem. Inicialmente tem-se o aquecimento do produto, comportamento quase imperceptível na curva uma vez que a temperatura de ebulição da água é baixa quando submetida a condições de vácuo. No segundo período, pontos ao centro da curva (1 a 5,5 min aproximadamente), conseguimos observar uma secagem à taxa constante, esse comportamento é decorrente da evaporação constante da água disponível presente na superfície do alimento. Por fim, o terceiro período é caracterizado por uma taxa decrescente de secagem, decorrente da limitação de transferência da água do interior à superfície do produto (ZHANG M. et al., 2006).

Como os pré-tratamentos não influenciaram na umidade do produto, o mesmo acontece com a densidade de potência, ou seja, a variação da energia por unidade de massa do produto foi a mesma para as amostras sem tratamento, com branqueamento em água pura e branqueamento com adição de bicarbonato (Figura 6(b)).

**Figura 6.** Evolução temporal da a) temperatura e b) densidade de potência (Wg-1) durante a secagem da *Pereskia aculeata* Miller nos diferentes pré-tratamentos. Sem-tratamento (○); BA (x) e BBS (◇).



Nos três processos de cinética a temperatura das folhas de *OPN* aumentou rapidamente no início do processo (Figura 6(a)). A temperatura de saturação ( $T_{sat}$ ) da água, a 10 kPa é 47°C, entre o intervalo de 0 e 1 min a temperatura da folha excede a temperatura de saturação, dando início a evaporação da água do produto. No restante do processo a temperatura variou entre 50 e 70°C, não

excedendo a temperatura de 70°C, com o intuito de manter as propriedades nutricionais do alimento.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PÓS

#### 4.3.1 Porosidade

Na tabela 3 estão representados os dados de porosidade dos pós obtidos por *MWVD* submetidos a diferentes pré-tratamentos. Os resultados de densidade real obtidos apresentaram diferença significativa entre si, essa diferença pode ocorrer por conta do branqueamento que pode ter alterado a estrutura do produto. Em contrapartida, os resultados encontrados para densidade aparente ( $\approx 0,6 \text{ g cm}^{-3}$ ) estão de acordo com a literatura. A maioria dos pós alimentícios, possuem densidade aparente entre 0,3 e 0,8  $\text{g cm}^{-3}$  e densidade real próxima de 1,4  $\text{g cm}^{-3}$ , tal fator indica que possuem elevada porosidade (BARBOSA-CÁNOVAS et al., 2005).

**Tabela 3.** Representação os resultados de massa específica aparente ( $\rho_{ap}$ ), massa específica real ( $\rho_r$ ) e porosidade ( $\epsilon$ ) dos pós obtidos por *MWVD* após passarem pelos diferentes pré-tratamentos.

Tratamento	$\rho_{ap}(\text{g cm}^{-3})$	$\rho_r(\text{g cm}^{-3})$	$\epsilon$ (%)
<i>Sem tratamento</i>	$0,568 \pm 0,029^a$	$1,510 \pm 0,002^a$	62,4
<i>BA</i>	$0,602 \pm 0,033^a$	$1,513 \pm 0,002^b$	60,2
<i>BBS</i>	$0,625 \pm 0,000^a$	$1,591 \pm 0,001^c$	60,7

\*Letras diferentes em uma coluna representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras no teste de Tukey

#### 4.3.2 Análise de cor

Na Figura 7 são apresentadas as imagens das amostras de *OPN* durante a cinética de secagem *MWVD* para os diferentes pré-tratamentos avaliados. As amostras *BBS* apresentaram menor variação visual de cor.

O efeito dos diferentes pré-tratamentos pode ser observado na Figura 8, na qual são apresentados os pós de *OPN* obtidos por *MWVD* e na Tabela 2 encontram-se os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros de cor da escala CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $\Delta E^*$ ) das amostras avaliadas.

Os pós de *OPN* obtidos pela secagem por *MWVD* apresentaram aumento da luminosidade ( $L^*$ ) em comparação com a folha *in natura*. O pré-tratamento das folhas não influenciou na luminosidade dos pós, sendo que os três pós avaliados apresentaram valores de  $L^*$  estatisticamente iguais.

Os parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  indicam a cromaticidade de um material. Valores de  $a^*$  positivos indicam coloração vermelha, enquanto os valores negativos estão relacionados à cor verde ( $+a^*$  = vermelho e  $-a^*$  = verde). Já o parâmetro  $b^*$  negativo caracteriza uma amostra amarelada, e seu valor positivo está relacionado à cor azul ( $+b^*$  = amarelo e  $-b^*$  = azul). A secagem da *OPN* por *MWVD* provocou uma redução do parâmetro  $a^*$  e um aumento do parâmetro  $b^*$ , resultando em amostras com tonalidades menos próximas ao verde e mais próximas ao amarelo quando comparadas com as amostras *in natura*.

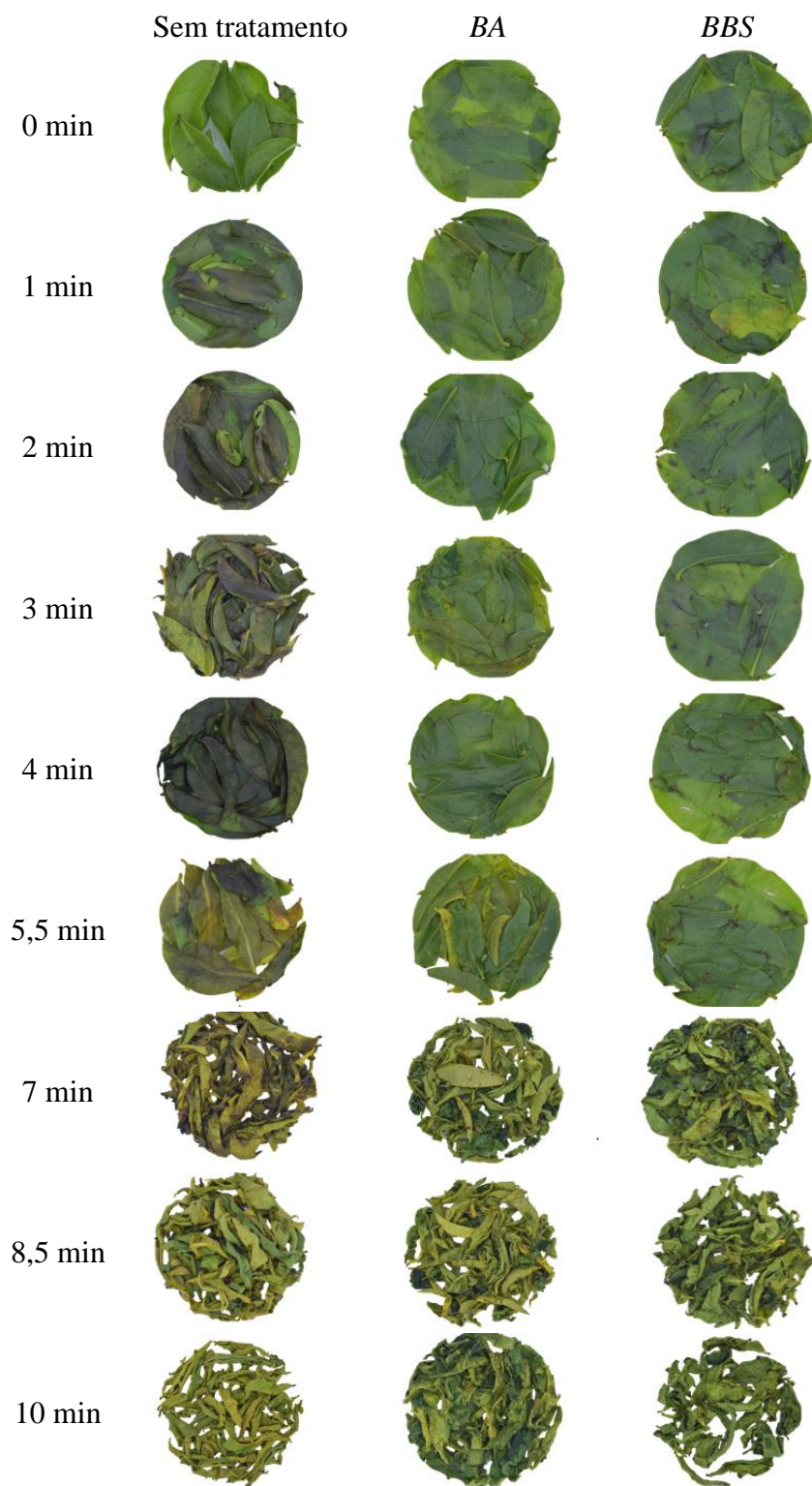
Dentre todos os tratamentos avaliados, o branqueamento com adição de bicarbonato de sódio contribuiu para a preservação da cor verde da folha, pois o valor do parâmetro  $a^*$  está mais próximo do valor da amostra *in natura*. O branqueamento apenas com água preservou pouco a coloração verde, resultando em uma redução de 50% no valor de  $a^*$  em relação à folha *in natura*. O pó obtido das folhas de *OPN* que não passaram por nenhum tratamento foi o que apresentou maior redução de  $a^*$ . O processo que mais preservou a cor foi o *BBS* (menor  $\Delta E^*$ ), seguido pelo *BA* e por último o sem tratamento.

**Tabela 4.** Parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) e evolução de cor total ( $\Delta E^*$ ) da folha *in natura* e dos pós de *OPN* obtidos por *MWVD* após passarem pelos diferentes pré-tratamentos.

Tratamento	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$\Delta E^*$
<i>Folha in natura</i>	37,18 $\pm$ 6,19 <sup>b</sup>	-10,93 $\pm$ 1,38 <sup>a</sup>	30,80 $\pm$ 5,91 <sup>b</sup>	-
<i>Sem tratamento</i>	52,84 $\pm$ 1,06 <sup>a</sup>	-2,78 $\pm$ 0,95 <sup>d</sup>	39,16 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	19,38 $\pm$ 0,97 <sup>c</sup>
<i>BA</i>	50,86 $\pm$ 0,61 <sup>a</sup>	-5,12 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	39,30 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	16,83 $\pm$ 0,81 <sup>b</sup>
<i>BBS</i>	48,84 $\pm$ 0,70 <sup>a</sup>	-9,71 $\pm$ 10,18 <sup>b</sup>	39,73 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	14,59 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>

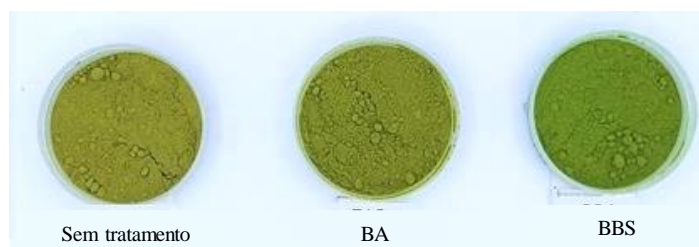
\*Para uma mesma amostra, letras diferentes em uma coluna representam diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) no teste de Tukey.

**Figura 7.** Imagens das folhas de *Pereskia aculeata* Miller durante a secagem por MWVD para os diferentes pré-tratamentos avaliados.



Fonte: A autora (2022).

**Figura 8.** Pós de *OPN* obtidos por *MWVD* após diferentes pré-tratamentos.



Fonte: A autora (2022).

#### 4.4 ANÁLISE SENSORIAL

Na tabela a seguir, está representado a análise estatística do teste de aceitação da cor de ora-ro-nobis.

**Tabela 5.** Soma de ordens do teste de ordenação, médias hedônicas obtidas em cada sessão do teste de aceitação e as estimativas do teste t (comparação entre as médias das duas sessões) para as três amostras de ora-pro-nóbis em pó.

Amostra	Soma de ordens	Médias Hedônicas		Estimativa t
		1ª sessão	2ª sessão	1ª sessão - 2ª sessão
Sem tratamento	180 <sup>A</sup>	4,9 <sup>c</sup>	4,9 <sup>c</sup>	-0.2276 <sup>ns</sup>
BA	120 <sup>B</sup>	6,4 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>	1.1015 <sup>ns</sup>
BBS	60 <sup>C</sup>	7,8 <sup>a</sup>	8,0 <sup>a</sup>	-1.3328 <sup>ns</sup>

<sup>A,B,C</sup> Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa na ordenação ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Christensen.

<sup>a,b,c</sup> Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa na aceitação ( $p \leq 0,05$ ) entre as amostras na mesma sessão pelo teste de *Tukey*.

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Ao analisar os resultados da sensorial, fica evidente que as amostras com adição de bicarbonato no branqueamento foram consideradas as mais atraentes e similares quando comparadas com a cor da amostra *in natura*, com média nas duas sessões próxima à 8 caracterizado como uma alta aceitação pelos consumidores e com a soma das ordens com diferença significativa se comparada com as amostras sem tratamento com média de 4,9 representando uma baixa aceitação, e as amostras branqueadas com média 6,1 representando uma aceitação moderada. Além desse fator, na segunda sessão quando foi apresentado informações produto, as notas atribuídas se

mantiveram similares a da primeira sessão, concluindo que não teve diferença significativa aos olhos do consumidor quando a folha de ora-pro-nóbis foi colocada junto das amostras para avaliação.



## 5 CONCLUSÃO

A secagem por micro-ondas a vácuo é um método promissor para a obtenção de ora-pro-nóbis em pó. A aplicação de um tratamento prévio à secagem favorece a preservação da cor verde das folhas e não influencia as curvas de cinética de secagem e nem a porosidade dos pós, os quais apresentaram umidade próxima de  $0,06 \text{ g g}^{-1}$  e porosidade em torno de 60%. O branqueamento em água com adição de bicarbonato de sódio foi o pré-tratamento que manteve uma maior conservação do parâmetro  $a^*$  em relação à folha *in natura*, se comparada com as demais amostras. Por fim, o pó obtido da moagem das folhas desidratadas pré-tratadas com a solução de bicarbonato de sódio a 3% possui alta qualidade sensorial em relação à cor e resultou em uma maior aceitação dos consumidores, comparada com as amostras sem pré-tratamento e as branqueadas somente com água.

## REFERÊNCIAS

- ALIBAS, I. Energy Consumption and colour characteristics of nettle leaves during microwave, vacuum and convective drying. **Biosystems Engineering**, v.96, p. 495–502, 2007.
- ALMEIDA, M. E. F. D., & Corrêa, A. D. (2012). Utilization of cacti of the genus *Pereskia* in the human diet in a municipality of Minas Gerais. **Ciência Rural**, 42, 751–756.
- ALMEIDA, M. E. F., JUNQUEIRA, A. M. B., SIMÃO, A. A., & CORRÊA, A. D. (2014). Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal**, 30(3 SUPPL. 1), 431–439.
- ALMEIDA-FILHO, J., CAMBRAIA, J. (1974). Estudo do valor nutritivo do “ora-pro-nobis” (*Pereskia aculeata* Mill.). **Ceres**, 21, 105e111.
- ARAÚJO, A.C. OLIVEIRA, S. M., RAMOS, I. N., BRANDÃO, T. R., & SILVA, C. L. Influence of pretreatments on quality parameters and nutritional compounds of dried galega kale (*Brassica oleracea* L. Var. *acephala*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 5, p. 872-881, 2016.
- ARROQUI, C. et al. Mathematic model of an integrated blancher/cooler. **Journal of Food Engineering**, v. 59, n. 2–3, p. 297–307, 2003b.
- ARROQUI, C. et al. Mathematical model of heat transfer and enzyme inactivation in an integrated blancher cooler. **Journal of Food Engineering**, v. 58, n. 3, p. 215–225, 2003a.
- ATKINS, P. W; Moléculas. Tradução de Paulo Sergio Santos; Fernando Galembeck. São Paulo: **Editora da Universidade de São Paulo**, 2006.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; ORTEGA-RIVAS, E.; JULIANO, P.; YAN, H. **Food Powders - Physical Properties, Processing, and Functionality**. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2005.
- BARBOSA-CÁNOVAS, Gustavo V. et al. **Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications**. Iowa: Blackwell Publishing Professional, 2007.
- BÁRCENAS, P. et al. Consumer preference structures for traditional Spanish cheeses and their relationship with sensory properties. **Food Quality and Preference**, v. 12, n. 4, p. 269–279, 2001.
- BULLERJAHN, G. S. AND A. F. POST. (1993). The prochlorophytes: are they more than just chlorophyll a/b-containing cyanobacteria? **Crit. Rev. Microbiol.** 19(1), 43-59.
- CAPORALE, G. et al. Consumer expectations for sensory properties in virgin olive oil. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 116–125, 2006.
- CHAVES, M. C. V; GOUVEIA, J. P. G; ALMEIDA, F. A. C; LEITE, J. C. A; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 4, n. 2, 2004.
- CHANDRASEKARAN, S.; RAMANATHAN, S.; BASAK, T. Microwave food processing, A review. **Food Research International**, v. 52, n. 1, p. 243–261, 2013.

- CHUA, K.J. AND CHOU, S.K. (2003) Low-Cost Drying Methods for Developing Countries. **Trends in Food Science & Technology**, 14, 519-528.
- CHUDY, S. et al. Application of microwave vacuum drying for snack production: Characteristics of pure cheese puffs. **International Journal of Dairy Technology**, v. 72, n. 1, p. 82–88, 2019.
- COSTA, A. F. Fármacoa com Heterósidos. In: Farmacognosia. Vol.3., 3. Ed. **Gulbekian, Lisboa: 434** 2001. v. 3, pp.700-701.
- CRUZ, R. M. S.; VIEIRA, M. C.; SILVA, C. L. M. Effect of heat and thermosonication treatments on peroxidase inactivation kinetics in watercress (*Nasturtium officinale*). **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 8–15, 2006.
- CUQ, B.; RONDET, E.; ABECASSIS, J. Food powders engineering, between knowhow and science: Constraints, stakes and opportunities. **Powder Technology**, v. 208, n. 2, p. 244–251, 2011.
- DAYRELL, M. S.; VIEIRA, E. Leaf protein concentrate of the cactacea *Pereskia aculeata* Mill. I. Extraction and composition. **Nutrition Reports International**, v. 15, n. 5, p. 529–537, 1977.
- DI MONACO, R. et al. The effect of expectations generated by brand name on the acceptability of dried semolina pasta. **Food Quality and Preference**, v. 15, n. 5, p. 429–437, 2004.
- DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 103–109, 2008.
- ERLE, U. The microwave processing of foods. Cap. 8: Drying using microwave processing. Editado por SHUBERT, H.; REGIER, M. **Flórida: CRC Press LLC**, v.1, 2005.
- FELLOWS, P.J. Food Processing Technology: Principles and Practice, 2 ed., Florida: **Woodhead Publishing Ltd**, 2000.
- FIGIEL, A. Drying kinetics and quality of vacuum-microwave dehydrated garlic cloves and slices. **Journal of Food Engineering**, v. 94, n. 1, p. 98–104, 2009.
- FITZPATRICK, J. J.; AHRNÉ, L. Food powder handling and processing: Industry problems, knowledge barriers and research opportunities. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, v. 44, n. 2, p. 209–214, 2005.
- FOUST, A. S. et al. Princípios das operações unitárias. 2. ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Dois**, 1982, p. 401-408.
- FRANCIS, F. J. Quality as influenced by color. **Food Quality and Preference**, p.149-155, 1995.
- GEANKOPLIS, C.J. Transport Processes and Unit Operations, 3 ed., **New Jersey: Inc. Prentice Hall**, 1993.
- GIRI, S. K.; PRASAD, S. Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave- vacuum and convective hot-air dried mushrooms. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 512– 521, 2007.
- GOMIDE, Aline Iamin. Secagem De Batatas Por Micro-Ondas a Vácuo: Estudo da Digestibilidade do Amido, Índice Glicêmico e Aceitabilidade Sensorial. 2021. 156 f. **Tese (Doutorado) - Curso de**

**Engenharia de Alimentos, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.**

GONELLI, A. L. D. Variação das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o armazenamento. 2008. 186 f. **Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.**

GOULA, M. A.; ADAMOPOULOS, K. G. Effect of maltodextrin addition during *spray drying* of tomato pulp in dehumidified air: II. Powder properties. **Drying Technology**, v. 26, p. 726-737, 2008.

HE FJ, MACGREGOR GA. **Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health, Reducing salt in foods: Practical strategies.** Kilcast D, Angus F, editors. Cambridge, UK: Woodhead; 2007. pp. 18–54.

HONG, Z. et al. **Progress of potato staple food research and industry development in China.** v. 16, n. 12, p. 2924–2932, 2017.

JINOROSE, M. et al. Application of image analysis in food drying. In: **Advances in Food Dehydration.** CRC Press, 2008. p. 81-114.

KARAM, M. C.; PETIT, J.; ZIMMER, D.; DJANTOU, E. B.; SCHER, J. Effects of drying and grinding in production of fruit and vegetable 171 powders: **A review. Journal of Food.**

KAUSHAL, M., SHARMA, K. D., ATTRI, S. Effect of blanching on nutritional quality of dehydrated colocasia, *Colocasia esculenta* (L.) Schott leaves. **Indian Journal of Natural Products and Resources.** v. 4, n. 2, p. 161-164, 2013.

KAUR, P. et al. Quality of dried coriander leaves as affected by pretreatments and method of drying. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 2, p. 189-194, 2006.

KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): uma Riqueza Negligenciada. Anais da 61a Reunião Anual da SBPC, p. 2009, 2009.

KINUPP, V. F. **Riqueza de plantas alimentícias não-convencionais na região metropolitana de Porto Alegre, RS.** Porto Alegre, 2007. 562 p. Tese - (Doutorado em Fitotecnia).

KINUPP, V.F. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, 2007. Tese (Doutorado em Fitotecnia)** – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KORUS, A. Effect of pre-treatment and drying methods on the content of minerals, B-group vitamins and tocopherols in kale (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) leaves. **Journal of Food Science and Technology**, v. 59, n. 1, p. 279-287, 2022.

KUMAR, V.; SHRIVASTAVA, S. L. Optimization of vacuum-assisted microwave drying parameters of green bell pepper using response surface methodology. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 11, n. 4, p. 1761–1772, 2017

LIN, T. M.; DURANCE, T. D.; SCAMAN, C. H. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. **Food Research International**, v. 31, n. 2, p. 111–117, 1998.

- MADEIRA, N. R.; SILVA, P. C.; BOTREL, N., MENDONÇA, J. L. de, SILVEIRA, G.S. R.; PEDROSA, M.W. **Manual de produção de hortaliças tradicionais**. Embrapa. Brasília, DF. 2013, 155p. 155p.
- MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2006.
- MERCÊ, A. L. R. et al. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , and  $\text{Ni}^{2+}$ . **Bioresource Technology**, v. 76, n. 1, p.29-37, 2001.
- MINIM, V. P. R. Análise de risco na avaliação da influência da marcar na aceitabilidade não sensorial de requeijão cremoso. **Revista Instituto Cândido Tostes**, v. 67, p. 79–85, 2012.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018.
- MINIM, V. P. R.; SILVA, R. C. S. N. **Análise Sensorial Descritiva**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2016.
- MONTEIRO, R. L. et al. Microwave vacuum drying and multi-flash drying of pumpkin slices. **Journal of Food Engineering**, v. 232, p. 1–10, 2018.
- MONTEIRO, R. L. et al. Evolution of the physicochemical properties of oil-free sweet potato chips during microwave vacuum drying. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 63, p. 102317, 2020a.
- MONTEIRO, R. L. et al. Microwave vacuum drying of foods with temperature control by power modulation. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 65, p. 102473, 2020b.
- MONTEIRO, R. L.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. A microwave multi-flash drying process for producing crispy bananas. **Journal of Food Engineering**, v. 178, p. 1–11, 2016
- MONTEIRO, R. L. **Secagem de batata-doce em micro-ondas a vácuo com controle da temperatura pela manipulação da potência**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- MONTEIRO, R. L., GARCIA, A. H., TRIBUZI, G., MATTAR CARCIOFI, B. A., & LAURINDO, J. B. Microwave vacuum drying of *Pereskia aculeata* Miller leaves: Powder production and characterization. **Journal of Food Process Engineering**, v. 44, n. 2, p. e13612, 2021.
- MUKHERJEE, S.; CHATTOPADHYAY, P. K. Whirling bed blanching of potato cubes and its effects on product quality. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 52–60, 2007.
- ORIKASA, T. et al. Impacts of hot air and vacuum drying on the quality attributes of kiwifruit slices. **Journal of Food Engineering**, v. 125, p. 51–58, 2014.
- PALACIN, J. J. F.; LACERDA FILHO, A. F.; MELO, E. C.; TEIXEIRA, E. C. Secagem combinada de café cereja descascado. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, n. 17, n.3, p.244-258, 2009.
- POTTER, N. N.; HOTCHKISS, J. H. Vegetables and fruits. In Food science. Boston: **Springer**, p. 409-436, 1995.

QUEIROZ, C. R. A. DOS A. et al. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 01, 2015.

RATTI, Cristina (Ed.). **Advances in food dehydration**. CRC Press, 2008.

REGIER, M. et al. Influences of drying and storage of lycopene-rich carrots on the carotenoid content. **Drying Technology**, v. 23, p. 989–998, 2005.

REIS, Renata C. dos et al. Cinética de secagem de folhas de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) via infravermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1346-1352, 2012.

ROCHA, D. R. DA C. et al. Macarrão Adicionado De Ora-Pro-Nóbis. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 4, p. 459–465, 2008.

RODRIGUES, S. et al. Caracterização química e nutricional da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.). p. 1–14, 2015.

SANTANA, C. S. et al. Desenvolvimento de Suplemento Alimentar Utilizando Ora-pro-nóbis. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1–10, 2018.

SILVA, K. C. G. et al. Adsorption of protein on activated carbon used in the filtration of mucilage derived from *Pereskia aculeata* Miller. **South African Journal of Chemical Engineering**, v. 23, p. 42–49, 201

SINGH, R.P.; HELDMAN, D.R. Introduction to Food Engineering. 4 ed., San Diego: Academic Press, 2009. Engineering, v. 188, p. 32-49, 2016.

SONG, C. et al. Analysis of the heat transfer characteristics of blackberries during microwave vacuum heating. **Journal of Food Engineering**, v. 223, p. 70–78, 2018.

SOUSA, R.M.F., et al. Atividade antioxidante de extratos de folhas de ora-pronobis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 30, p. 448-457, 2014.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory Evaluation Practices. 3. ed. Redwood City: **Elsevier Academic** Press, 2004.

SUMIC, Z.; TEPIC, A.; VIDOVIC, S.; JOKIC, S.; MALBAŠA, R. Optimization of frozen sour cherries vacuum drying process. **Food chemistry**, v. 136, n. 1, p. 55-63, 2013.

TAKEITI, C. et al. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). 2009. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 60, 148– 160. doi:10.1080/09637480802534509.

TAKEITI, C. Y., ANTONIO, G. C., MOTTA, E. M. P., COLLARES-QUEIROZ, F. P., & PARK, K. J. (2009). Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 60 Suppl 1(August), 148–160.

TAKEITI, C.Y. et al. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.60, n.1, p.148-160, 2009.

TREYBAL, R. E. **Mass-transfer operations**. 3. ed. Auckland: McGraw-Hill, 1981, p. 655.

VAN DER VEER O. The human intake of salt and the development of low-sodium and no-salt-added processed foods and salt substitutes; A review of literature. Wageningen, Netherlands: **University of Agriculture**,

VARGAS, A. G. DE; DA ROCHA, R. D. C.; TEIXEIRA, S. D. Influência da sazonalidade na composição centesimal da *Pereskia aculeata* Miller. **Synergismus scyentífica UTFPR**, v. 12, n. 1, p. 1–7, 2017.

VARGAS, A. G. et al. Teor de umidade e cinética de secagem das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) coletadas sazonalmente. **SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO DA UTFPR**, p. 1–10, 2016.

ZHANG, M.; TANG, J.; MUJUMDAR, A.S.; WANG, S. Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 10, p. 524-534, 2006.

**APÊNDICE A – FICHA DO TESTE DE ACEITAÇÃO (SESSÃO 1)**

NOME: \_\_\_\_\_ SEXO: M ( ) F ( ) IDADE: \_\_\_\_\_ anos

**TESTE DE ACEITAÇÃO**

Por favor, indique o quanto você gostou ou desgostou da cor do produto. Marque a resposta que melhor indique seu julgamento de acordo com a escala abaixo.

	Código da amostra	Nota
9 - Gostei extremamente		
8 - Gostei muito		
7 - Gostei moderadamente	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	_____	_____
5 - Nem gostei / nem desgostei	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente		
2 - Desgostei muito		
1 - Desgostei extremamente		



## APÊNDICE B – FICHA DO TESTE COM INFORMAÇÃO DO PRODUTO (SESSÃO 2)

NOME: \_\_\_\_\_ SEXO: M ( ) F ( ) IDADE: \_\_\_\_\_ anos

### TESTE DE ACEITAÇÃO

Por favor, indique o quanto você gostou ou desgostou da cor do produto. Marque a resposta que melhor indique seu julgamento de acordo com a escala abaixo.

	Código da amostra	Nota
9 - Gostei extremamente	_____	_____
8 - Gostei muito	_____	_____
7 - Gostei moderadamente	_____	_____
6 - Gostei ligeiramente	_____	_____
5 - Nem gostei / nem desgostei	_____	_____
4 - Desgostei ligeiramente	_____	_____
3 - Desgostei moderadamente	_____	_____
2 - Desgostei muito	_____	_____
1 - Desgostei extremamente	_____	_____

### TESTE DE ORDENAÇÃO DA COR

Por favor, ordene as amostras em relação a cor. Coloque na primeira posição a amostra que tiver a cor mais similar à folha de ora-pro-nóbis e na última posição a amostra com a cor menos similar.

\_\_\_\_\_ (Cor mais similar)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ (Cor menos similar)