



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

## **CINÉTICA DE SECAGEM DE ORA-PRO-NOBIS (*Pereskia aculeata* Miller): INFLUENCIA NOS COMPOSTOS BIOATIVOS E NA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**

G.E. SOARES<sup>1</sup>, Q.C. DOMINGUES<sup>2</sup>, A.L.F. LIMA<sup>3</sup>, V.P. ROSA<sup>4</sup>, J.F. CHIM<sup>5</sup>, E.G. OLIVEIRA<sup>6</sup>

1 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([gustavoeinhardt@gmail.com](mailto:gustavoeinhardt@gmail.com))

2 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([queisedomingues8@gmail.com](mailto:queisedomingues8@gmail.com))

3 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([analaorafagundeslima012@gmail.com](mailto:analaorafagundeslima012@gmail.com))

4 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([vprosa\\_rs@hotmail.com](mailto:vprosa_rs@hotmail.com))

5 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([josianechim@gmail.com](mailto:josianechim@gmail.com))

6 - Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos – Universidade Federal de Pelotas - CEP 96160-000, Capão do Leão, RS – Brasil, Telefone: (53) 3275-7354– e-mail: ([elizangelagoliveiral@gmail.com](mailto:elizangelagoliveiral@gmail.com))

**RESUMO** – A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) é uma planta alimentícia não convencional (PANC) de baixo custo, encontrada na Mata Atlântica brasileira, com propriedades nutricionais e antioxidantes. Este estudo teve como objetivo avaliar a secagem das folhas em secador convectivo de bandejas e quantificar os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante, comparando os resultados com uma amostra comercial. A secagem foi realizada a 70 °C e 1,5 m/s, e os dados experimentais foram ajustados aos modelos de Page e Lewis. O conteúdo de compostos fenólicos foi semelhante entre as amostras, enquanto a amostra comercial apresentou menor atividade antioxidante. O modelo de Page apresentou o melhor ajuste à cinética de secagem. Os resultados indicam que as folhas de ora-pro-nóbis são uma fonte promissora de compostos com atividade antioxidante e que as condições do processo de secagem afetam diretamente seu potencial bioativo, sendo, portanto, fundamentais para a conservação de suas propriedades funcionais.

**ABSTRACT** – Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) is a low-cost, non-conventional edible plant native to the Brazilian Atlantic Forest, known for its nutritional value and antioxidant properties. This study aimed to evaluate the drying behavior of its leaves in a convective tray dryer and to quantify the total phenolic compounds and antioxidant activity, comparing the results with those of a commercial sample. Drying was conducted at 70 °C with an air velocity of 1.5 m/s, and the



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

experimental data were fitted to the Page and Lewis models. The total phenolic content was similar between the samples, whereas the commercial sample exhibited lower antioxidant activity. The Page model provided the best fit to the drying kinetics. These findings suggest that ora-pro-nóbis leaves are a promising source of antioxidant compounds and that the drying process conditions significantly influence the retention of their bioactive potential, which is essential for preserving their functional properties in food applications.

**PALAVRAS-CHAVE:** compostos fenólicos; antioxidante; secagem.

**KEYWORDS:** Phenolic compound; antioxidante; drying.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande biodiversidade de plantas com propriedades importantes. Um exemplo é a *Pereskia aculeata* Miller, que é considerada uma planta Alimentícia Não Convencional (PANC) (Kinupp, 2009). A *Pereskia aculeata* Miller, mais popularmente conhecida como ora-pro-nobis é uma planta da família Cactacea, uma das únicas com folhas desenvolvidas. É originária das Américas, sendo nativa desde a Flórida até o Brasil (Brasil, 2010). As folhas da ora-pro-nobis são consideradas fontes de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas (Takeiti *et al.*, 2009). Destaca-se também a presença de compostos fenólicos nesse extrato, dentre eles: ácido caftárico (mais de 49%) (Garcia *et al.*, 2019).

As folhas de ora-pro-nobis apresentam elevado conteúdo de umidade. Vargas *et al.* (2016) determinaram os teores de umidade *P. aculeata* coletadas no inverno e no verão e encontraram valores de 87 e 85% de umidade, respectivamente. A umidade presente na composição é o principal fator responsável pelo crescimento de microrganismos e ocorrência de reações indesejáveis provocando consequentemente a rápida deterioração. Para minimizar este problema são aplicadas técnicas de conservação de alimentos como a secagem, que tem como objetivo principal a redução do teor de umidade, possibilitando um armazenamento seguro por um longo período.

Em face disso, o objetivo do presente estudo foi estudar a secagem de ora-pro-nobis em secador convectivo de bandejas e quantificar o conteúdo de compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante presentes na amostra seca e comparar com a amostra comercial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

## 2.1 Matéria-prima

Foi utilizada como matéria prima folhas de ora-pro-nobis (*P. aculeata*), cedidas por produtores e amostra de pó de folha comercial adquirida no comércio local da cidade de Pelotas/RS. As amostras foram armazenadas *in natura* sob refrigeração na temperatura de 4°C por seis meses. Antes dos ensaios de secagem as amostras foram higienizadas com água destilada e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por 10 min e lavadas novamente com água destilada. As amostras foram enxugadas com papel toalha e acondicionadas nas bandejas de secagem. Foram utilizados nos experimentos 20 g de folhas inteiras. Foi realizada a análise de umidade nas amostras *in natura* e amostras secas, usando balança determinadora de umidade (Marte, ID50, Brasil). As análises foram realizadas em réplica.

## 2.2 Cinética de secagem

Para a secagem das folhas de ora-pro-nóbis foi utilizado um secador de bandejas com escoamento paralelo do ar de secagem na temperatura de 70°C e velocidade de 1,5 m/s. As folhas foram acondicionadas em bandejas de tela com área de secagem de 220 cm<sup>2</sup>. A cinética de secagem foi realizada da seguinte forma: a amostra teve sua massa medida em balança semi-analítica até atingir massa constante. A partir dos ensaios foram obtidas as curvas de secagem: adimensional de umidade livre em função do tempo e o conteúdo de umidade pelo tempo de secagem. Através dos dados experimentais do adimensional de umidade livre em função do tempo foi possível obter o valor da constante de secagem utilizando os modelos de Page e Lewis, conforme Tabela 1, utilizando software Statistica®. A qualidade do ajuste dos modelos também foi analisada, considerando satisfatórios os ajustes que apresentaram R<sup>2</sup> próximo à unidade.

**Tabela 1-** Modelos de secagem.

Modelo	Equação
Page	$X = \exp(-k \cdot t^n)$
Lewis	$X = \exp(-k \cdot t)$

sendo: X = adimensional de água livre; t = tempo (min); k = constante de secagem (min<sup>-1</sup>); n = coeficiente do modelo.

$$X = \frac{(X_i - X_e)}{(X_0 - X_e)} \quad (1)$$

sendo: X = adimensional de água livre; X<sub>i</sub> = umidade no ponto; X<sub>0</sub> = umidade inicial; X<sub>e</sub> = umidade de equilíbrio.

## 2.3 Extração e determinação dos compostos bioativos



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

As folhas secas foram submetidas ao processo de extração de compostos bioativos pela técnica de maceração sólido-líquido, adaptada de Avila *et al.* (2021), utilizando banho metabólico Dubnoff (SOLABSL-157/30) a 88°C por 2 h. A extração foi realizada na proporção de 1:100 (biomassa moída: solvente), usando água destilada. Após a extração, os extratos foram filtrados usando uma bomba de vácuo. Todas as extrações foram realizadas em duplicata. A nomenclatura adotada foi OL para amostra seca em laboratório e OC para amostra comercial. Para a quantificação de Compostos Fenólicos Totais (CFT) recorreu-se ao método de Folin-Ciocalteu (Singleton; Orthofer; Lamuela-Raventós, 1999). Foram adicionados 10 mL de água destilada, 0,5 mL de extrato, seguido de 1 mL de reagente Folin-Ciocalteu. Após 5 min, é adicionado 8 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 7,5% e a mistura permanece em repouso no escuro e em temperatura ambiente durante 2 h. Foram feitas medidas de absorvância em espectrofotômetro (UV 755B, EQUILAM, Diadema, Brasil), no comprimento de onda de 765 nm. Os resultados são estimados com auxílio da curva padrão do ácido gálico (20 a 400 mg.mL<sup>-1</sup>) e foram expressos em mg GAE por g de amostra seca.

A Atividade antioxidante (AA) foi determinada como descrito a seguir. O extrato foi submetido ao método de redução do radical livre DPPH (Brand-Williams; Cuvelier; Berset, 1995). Consiste na adição de 200 µL de extrato, seguido de 7,8 mL de solução metanólica de DPPH (6x10<sup>-5</sup> M). A mistura ficou em repouso no escuro por 30 min e posteriormente foi lida em espectrofotômetro a 517 nm. O resultado foi obtido pela Equação 2, onde Abs<sub>b</sub> representa a absorvância do branco (onde é adicionado 200 µL do solvente no lugar do extrato) e Abs<sub>e</sub> a absorvância da mistura contendo o extrato. O resultado é expresso em porcentagem do radical DPPH reduzido pelo extrato.

$$AA(\%) = \frac{Abs_b - Abs_e}{Abs_b} * 100 \quad (2)$$

sendo: AA = atividade antioxidante; Abs<sub>b</sub> = absorvância do branco; Abs<sub>e</sub> = absorvância da mistura contendo o extrato.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras *in natura* apresentaram valores de umidade de 84,15%±0,01 (base úmida). As amostras utilizadas no presente estudo foram coletadas na primavera de 2021, próximo ao início do verão. Os valores encontrados foram semelhantes aos resultados encontrados por Vargas *et al.* (2016), que estudaram a secagem de ora-pro-nobis coletadas em duas estações do ano, inverno e verão. Segundo os autores do referido estudo, as amostras coletadas no verão apresentam um conteúdo menor de umidade e elevado conteúdo de proteínas, lipídeos e fibras (Vargas *et al.*, 2016).



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

As amostras apresentaram tempo total de secagem de 310 min, o que está relacionado como a estrutura da planta, já que a ora-pro-nobis é um cacto pertence à família Cactaceae que acumula altos teores de água no interior de suas folhas (Kinupp, 2007). As amostras secas em laboratório apresentaram valor final de umidade de  $4,195 \pm 0,078\%$ , enquanto a amostra comercial apresentou um conteúdo de umidade de  $7,770 \pm 0,285\%$  (base úmida).

A secagem foi realizada até a amostra atingir massa constante, sendo o valor de umidade de  $4,195 \pm 0,078\%$  considerado como o valor de umidade de equilíbrio para a temperatura de  $70^\circ\text{C}$ , obtido pelo método dinâmico, ou seja, até atingir massa constante.

Os modelos de Lewis e de Page foram ajustados aos dados obtidos, determinadas as constantes e os coeficientes de determinação (Tabela 2).

**Tabela 2** - Resultados dos ajustes dos modelos utilizados.

Modelo	k ( $\text{min}^{-1}$ )	n	R <sup>2</sup>
Page	$1,69 \times 10^{-3}$	1,36	0,99
Lewis	$9,48 \times 10^{-3}$	--	0,98

Nos estágios iniciais do processo de secagem de plantas ocorrem rápida perda de água, o que caracteriza uma curva mais inclinada. O ajuste do modelo matemático depende das características de cada espécie vegetal, em específico da ora-pro-nobis a modelagem mostrou que o modelo de Page foi o que apresentou o melhor resultado de ajuste na cinética de secagem com  $R^2 > 0,99$ . A Tabela 3 compila os resultados de compostos fenólicos e atividade antioxidante dos extratos OL e OC.

**Tabela 3** - Resultados dos compostos ativos.

Extrato	OL	OC
CFT ( $\text{mg}_{\text{GAE}} \text{g}^{-1}$ , b.s.)	$80,39 \pm 2,25$	$79,04 \pm 0,58$
AA (%)	$38,57 \pm 3,86$	$21,77 \pm 0,60$

Ao analisar os resultados (Tabela 3) observa-se que ambos os extratos apresentam bons resultados em relação a presença de CFT e AA. Os valores de CFT para as amostras seca em laboratório e comercial foram próximos, enquanto para a AA a amostra comercial apresentou resultado inferior. A AA está relacionada com a capacidade de neutralizar as espécies reativas. A diferença entre os valores relatados na literatura e os resultados obtidos neste trabalho podem estar relacionados a vários fatores, alguns deles: espécies de biomassa, qualidade do solo, tempo de armazenamento, condições de transporte após a colheita, condições de secagem da biomassa, método de limpeza da amostra, tamanho de partícula de biomassa, técnica de extração e solvente de extração (Martiny *et al.*, 2020). Os resultados obtidos neste estudo demonstram que a técnica de extração por maceração apresentou valores competitivos. É possível verificar que o uso de solvente amigável e verde, como é o caso da água, possibilita a obtenção de um extrato com elevado conteúdo bioativo. Augusta e Nascimento (2012) obtiveram para o extrato etanólico da folha da ora-pro-nobis CFT de



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

4,95 mg.g<sup>-1</sup>, resultado inferior ao reportado no presente trabalho. Comparando as amostras, aquela obtida pela secagem convectiva em 70 °C apresentou maior potencial ativo e assim essa condição de secagem poderia ser escolhida para continuar os estudos.

#### 4. CONCLUSÕES

A secagem das folhas da planta alimentícia não convencional ora-pro-nóbis foi realizada em secador convectivo de bandejas, operando a 70 °C. Entre os modelos avaliados, o modelo de Page apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais de cinética de secagem. Em relação aos compostos bioativos analisados, a amostra seca a 70 °C apresentou resultados satisfatórios quando comparada à amostra comercial, destacando a eficácia do processo de secagem na preservação dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante. Esses resultados evidenciam a importância do controle adequado das condições de secagem para a manutenção das propriedades funcionais da planta, fundamentais para seu aproveitamento em formulações alimentícias com apelo funcional e nutricional.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTA, M., NASCIMENTO, K. O. Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.). **Higiene Alimentar**, v. 27, n. 1, p. 218-219, 2013.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília, DF, 92p., 2010.
- GARCIA, J.A., CORRÊA, R.C., BARROS, L., PEREIRA, C., ABREU, R.M., ALVES, M.J., FERREIRA, IC. Phytochemical profile and biological activities of ‘Ora-pro-nóbis’ leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest. **Food Chemistry**, v. 294, p.302-308, 2019.
- KINUPP, V.F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS**. 2007. 590 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- KINUPP, V.F. (2009), Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): uma Riqueza Negligenciada. Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC 2009 - Manaus, AM.
- MARTINY, T.R., RAGHAVAN, V., MORAES, C. C. DE, ROSA, G. S. DA, & DOTTO, G. L. Bio-Based Active Packaging: Carrageenan Film with Olive Leaf Extract for Lamb Meat Preservation. **Foods**, 9(12), 1759, 2020.
- TAKEITI, C. Y.; ANTONIO, G. C.; MOTTA, E. M., COLLARES-QUEIROZ, F. P., PARK, K. J. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, 60(1, Supl.1), 148-160, 2009.
- VARGAS, E. A., PEREIRA, E.A., ROCHA, R.D.C., TEIXEIRA, S.D. Teor de umidade e cinética de secagem das folhas de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) coletadas sazonalmente, **Anais do 6º SEI-UTFPR 2016 - Seminário de extensão e inovação da UTFPR**, 2016, p.1-10, Francisco Beltrão – PR.