



## Secagem de fatias de batata-doce submetidas ao tratamento ácido: efeito sobre a cinética de secagem

### Drying of sweet potato slices subjected to acid treatment: effect on drying kinetics

Rodrigo Brogio Ferrari<sup>1</sup>, Ana Paula Ribeiro Rodrigues<sup>2</sup>, Beatriz Antunes Santos<sup>3</sup>, Lyssa Setsuko Sakanaka<sup>4</sup>, Joel Fernando Nicoleti<sup>5</sup>

#### RESUMO

Os alimentos frescos são importantes para a saúde física e mental de uma pessoa, porém, devido ao seu alto teor de água, têm vida útil curta. A batata-doce é rica em nutrientes essenciais e é considerada um alimento funcional por prevenir doenças futuras que geralmente acometem o ser humano em idade avançada. A secagem de alimentos oferece benefícios significativos, incluindo maior vida útil, consumo prático e capacidade de armazenamento em temperatura ambiente. Para atingir esse propósito, o objetivo deste estudo foi avaliar a cinética de secagem de fatias de batata-doce submetidas ao tratamento ácido anteriormente à secagem convectiva. Após higienizadas, as batatas foram fatiadas em espessura de 2 mm, submetidas ao tratamento ácido pela imersão das fatias nas soluções de 1 e 2%, por 15 minutos. Em seguida, foram dispostas sobre bandejas, e o conjunto (bandeja e amostras) foi conduzido ao interior da estufa de secagem, nas temperaturas de 40°C e 55°C. O mesmo procedimento foi realizado com as amostras padrões (sem tratamento ácido). O peso da bandeja foi medido periodicamente em horários determinados. A cinética de secagem mostrou que o ácido cítrico promoveu o aumento da capacidade de secagem e o aumento da temperatura de secagem teve o mesmo efeito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácido Cítrico; Batata-Doce; Cinética; Secagem.

#### ABSTRACT

Fresh foods are important for a person's physical and mental health, however, due to their high water content, they have a short shelf life. Sweet potatoes are rich in essential nutrients and are considered a functional food for preventing future diseases that generally affect humans at an older age. Food drying offers significant benefits, including longer shelf life, convenient consumption, and room temperature storage capabilities. To achieve this purpose, the objective of this study was to evaluate the drying kinetics of sweet potato slices subjected to acid treatment prior to convective drying. After being sanitized, the potatoes were sliced 2 mm thick and subjected to acid treatment by immersing the slices in 1 and 2% solutions for 15 minutes. They were then placed on trays, and the set (tray and samples) was taken inside the drying oven, at temperatures of 40°C and 55°C. The same procedure was carried out with standard samples (without acid treatment). The weight of the tray was measured periodically at set times. Drying kinetics showed that citric acid increased drying capacity and increasing drying temperature had the same effect.

**KEYWORDS:** Citric Acid; Sweet-Potato; Kinectics; Drying.

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: rodrigoferrari@alunos.ufpr.edu.br. ID Lattes: 7619339449293454,

<sup>2</sup> Discente do curso de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: anarod@alunos.ufpr.edu.br. ID Lattes: 9152039345852352,

<sup>3</sup> Discente do curso de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: beatrizsantos.2020@alunos.ufpr.edu.br. ID Lattes: 7276775412020938,

<sup>4</sup> Docente no Curso de Tecnologia em Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: lyssa@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2105231700522952,

<sup>5</sup> Docente no Curso de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. E-mail: nicoleti@utfpr.edu.br. ID Lattes: 2601941222447945.



## INTRODUÇÃO

A batata-doce é um alimento amplamente consumido pelo seu valor nutricional e pelo baixo custo. Abundantes em vitaminas A e C, fibra alimentar e minerais como potássio, magnésio e ferro, são uma excelente fonte de nutrientes que promovem a saúde e o bem-estar de quem consome esse alimento. O consumo regular de batata-doce pode prevenir diversas doenças como diabetes, câncer, doenças hepáticas, possui também características anti-inflamatórias (Wang *et al.*, 2014; Wu *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2016; Zhao *et al.*, 2013). A produção nacional de batata-doce foi superior a 824 mil toneladas em 2021, sendo os maiores estados produtores Rio Grande do Sul, São Paulo e Ceará, que juntos somam 40,4% da produção nacional (IBGE, 2023).

Porém, esse alimento fresco tem vida útil curta devido à sua alta atividade de água, levando a perdas e desperdícios. A secagem é um processo que visa retirar a umidade que compõe os alimentos. Além de prolongar a vida útil dos alimentos, benefícios adicionais como redução de custos com embalagem e transporte são observados devido ao encolhimento do alimento, necessitando de menores espaços de armazenamento. Além disto, muitos alimentos secos são práticos no consumo por não necessitar de preparo prévio, podendo serem armazenados em temperatura ambiente, sem necessidade de refrigeração.

Entretanto, alimentos secos ao ar quente ficam expostos a fontes de calor por longos períodos, o que não só reduz significativamente seu valor nutricional, mas também reduz sua qualidade final devido à oxidação, escurecimento e endurecimento. Alguns estudos sugerem o branqueamento como pré-tratamento anterior a secagem por reduzir os efeitos negativos do processo (Srimagal *et al.*, 2017; Wu *et al.*, 2018). Esta técnica consiste em expor o alimento a temperaturas acima de 80°C por um período de tempo empregando água ou vapor, inativando as enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD), além de remover gases superficiais e intercelulares.

Além do branqueamento, outras investigações observaram que o tratamento com ácido cítrico antes da secagem também traz benefícios à qualidade do produto final seco. Singh *et al.* (2006) e Doymaz (2011) estudaram a secagem de batata-doce imersas anteriormente em soluções de ácido cítrico em diferentes concentrações por um determinado tempo. Como resultado, os autores encontraram que os fatores concentração da solução ácida e temperatura do ar de secagem têm um impacto significativo na taxa de secagem. Resultados semelhantes também foram encontrados por Dinrifo (2012). Rashid *et al.* (2019) estudaram a secagem de batata-doce utilizando tratamento ácido assistido por ultrassom e secagem infravermelha.

Após caracterizar a curva de secagem, o processo pode ser descrito matematicamente para que as equações obtidas possam ser utilizadas para descrever a taxa de secagem e obter parâmetros úteis para projeto de secador e simulação numérica do processo. O modelo semiempírico de Page tem sido amplamente utilizado para explicar o comportamento da taxa de secagem de vários produtos alimentares (Demiray *et al.*, 2017; Falade e Solademi, 2010) com bons resultados. O modelo pode prever com precisão os tempos de secagem e reduzir o teor de umidade dos produtos para níveis seguros.

Por meio destas considerações, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência do pré-tratamento com ácido cítrico na cinética de secagem convectiva de fatias de batata doce, visando desenvolver produtos com alta qualidade sensorial.



## MATERIAIS E MÉTODOS

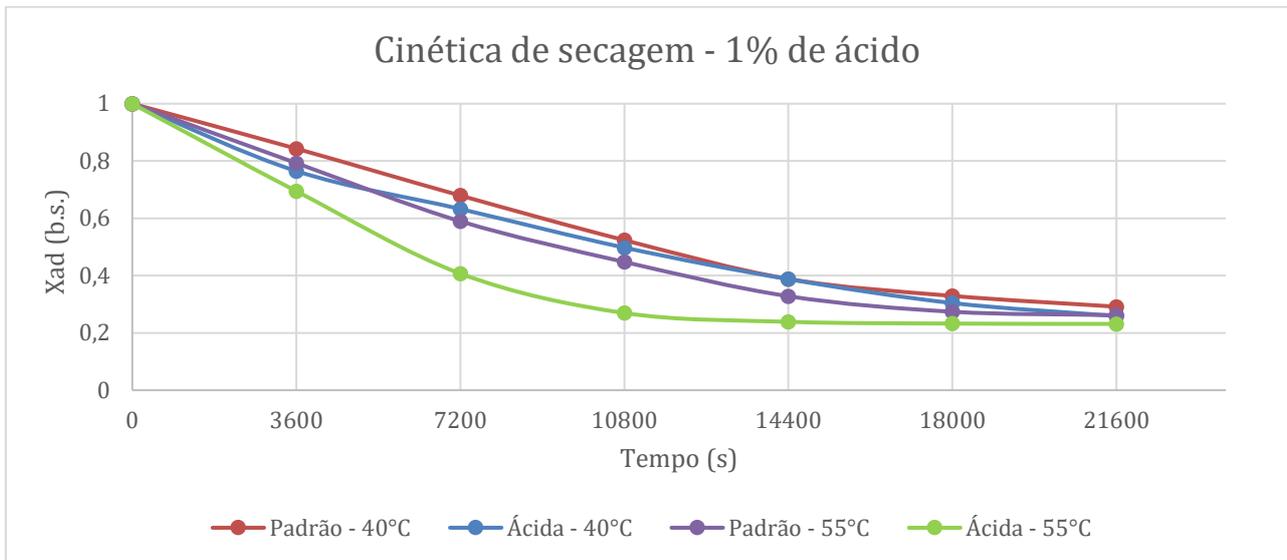
Batata-doce da variedade Rubissol (*Batata Ipomea L.*) foi adquirida em comércio local de Londrina PR. Após lavar todas as batatas, que seriam utilizadas no dia em questão, em água corrente e seca-las em papel absorvente, as batatas, depois de secas, foram fatiadas transversalmente em espessura de 2 mm utilizando um processador de alimentos multifuncional (marca Metvisa). A concentração da solução de ácido cítrico (marca Vetec) foi de 1% e 2% (p/v) e a relação batata/solução foi ajustada para 1/10 (m/m). O tempo de contato das fatias de batata com a solução foi pré-ajustado em 15 min. Após imersão dos cortes em solução de ácido cítrico, as amostras foram retiradas, secas em papel absorvente e colocadas em bandejas de massa conhecida. O conjunto, bandeja e amostras foram pesadas antes de iniciar a secagem. Além das amostras tratadas com ácido cítrico, o mesmo também foi realizado em amostras padrão (não imersas na solução ácida). As temperaturas de secagem programadas foram 40°C e 55°C. Após a estufa de secagem por circulação forçada (New Ethics) atingir o equilíbrio térmico, as bandejas contendo as amostras, padrão e tratadas com ácido cítrico, foram colocadas em seu interior. Nos horários designados, as bandejas foram retiradas e as massas registradas, retornando o conjunto para o interior da estufa. O teor de umidade inicial das batatas foi determinado pelo método gravimétrico em estufa (Nova Ética) a 105°C por 24 horas, atingindo o ponto de umidade de equilíbrio (peso constante).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de umidade inicial encontrado para as amostras foram em média de 73,02% (base úmida) para as amostras padrão e 75,90% (base úmida) para as amostras que foram imersas em solução de ácido cítrico. O maior teor de umidade das amostras imersas em ácido se justifica pela incorporação de água da solução no interior das amostras.

O efeito da concentração de ácido cítrico a 1% sobre a cinética de secagem da batata doce pode ser observado na Figura 1, com a secagem realizada a 40°C e 55°C. As curvas também comparam as amostras padrão (sem tratamento ácido) com as amostras submetidas ao tratamento ácido anteriormente a secagem. Há uma tendência de as amostras tratadas em ácido apresentarem um aumento no potencial de secagem, em especial na secagem realizada a 55°C.

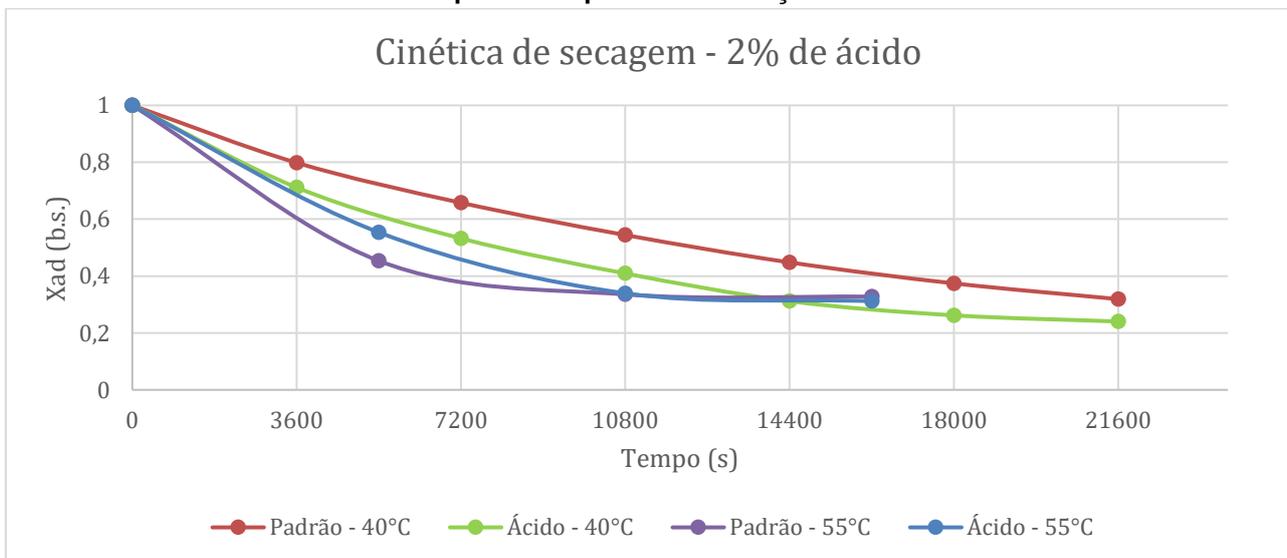
**Figura 1 - Efeito da concentração de ácido cítrico sobre a cinética de secagem da batata doce em diferentes temperaturas para concentração de 1% de ácido.**



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Os resultados da cinética de secagem empregando o tratamento ácido em concentração de 2% são apresentados na Figura 2. Ao contrário ao observado na Figura 1, a cinética de secagem realizada a 55°C apresentou um certo grau de prejuízo, caracterizando um aumento na resistência à remoção de água do alimento. Tal efeito pode ser devido a uma incorporação de uma maior quantidade de soluto do ácido cítrico no interior das amostras, obstruindo poros e reduzindo o efeito de capilaridade, dificultando desta forma a remoção de umidade, quando comparado com a solução de menor concentração. Por outro lado, na secagem conduzida a 40°C, a mesma tendência observada na Figura 1 foi mantida.

**Figura 2 - Efeito da concentração de ácido cítrico sobre a cinética de secagem da batata doce em diferentes temperaturas para concentração de 2% de ácido.**



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).



Em relação a influência da temperatura do ar de secagem, nota-se uma nítida tendência do aumento da temperatura acelerar o potencial de secagem, observado pelos abaixamentos das curvas com o aumento da temperatura para as duas concentrações de ácido cítrico (Figuras 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Dinrifo (2012), Doymaz (2011) e Singh *et al.* (2006).

## CONCLUSÃO

O emprego do tratamento ácido anterior à secagem convectiva mostrou-se promissor, uma vez que reduz o tempo de secagem, economizando desta forma com o gasto de energia. Este efeito fica claro com o emprego da solução de ácido cítrico em concentração baixa, enquanto que em concentração alta, observou-se uma inversão deste comportamento durante a secagem realizada a 55°C, caracterizado pelo aumento da resistência na remoção de umidade do interior do alimento.

Como esperado, o potencial de secagem teve um aumento com o aumento da temperatura de secagem, característica esta que é largamente discutida e compreendida por diversos pesquisadores.

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus orientadores Prof. Dr. Joel Fernando Nicoleti e Prof. Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka por todo apoio e suporte na realização desta proposta.

Aos meus colegas de laboratório, Ana Paula Ribeiro Rodrigues e Beatriz Antunes Santos, meu agradecimento por toda ajuda e motivação na realização das pesquisas, compra de materiais e os bons momentos que passamos trabalhando juntos.

Agradeço também ao XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR pela oportunidade de apresentar esta pesquisa.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

DEMIRAY, E.; SEKER, A.; TULEK, Y. Drying kinetics of onion (*Allium cepa* L.) slices with convective and microwave drying. **Heat and Mass Transfer**, v. 53, p. 1817-1827, 2017.

DINRIFO, R. R. Effects of pre-treatments on drying kinetics of sweet potato slices. **Agric Eng Int: CIGR Journal**, v.14, n.3: p.136–145, 2012.

DOYMAZ, İ. Thin-layer drying characteristics of sweet potato slices and mathematical modelling. **Heat Mass Transfer**, v.47, p.277–285, 2011.



FALADE, K. O.; SOLADEMI, O. J. Modelling of air drying of fresh and blanched sweet potato slices. **International Journal of Food Science and Technology**, v.45, n.2, 278–288, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>>. Acessado em Setembro de 2023.

RASHID, M. T.; MA, H.; JATOI, M. A.; et al. Multi-frequency ultrasound and sequential infrared drying on drying kinetics, thermodynamic properties, and quality assessment of sweet potatoes. **J Food Process Eng**, v.42, n.5 :e13127, 2019.

SINGH, S.; RAINA, C. S.; BAWA, A. S.; SAXENA, D. C. Effect of Pretreatments on Drying and Rehydration Kinetics and Color of Sweet Potato Slices, **Drying Technology**, 24:11, 1487-149, 2006.

SRIMAGAL, A.; MISHRA, S.; PRADHAN, R. C. Effects of ethyl oleate and microwave blanching on drying kinetics of bitter melon . **J Food Sci Technol**, v. 54, n.5, p.1192–1198, 2017.

WANG, W.; LI, J.; WANG, Z.; GAO, H.; SU, L.; XIE, J.; HAN, Y. Oral hepatoprotective ability evaluation of purple sweet potato anthocyanins on acute and chronic chemical liver injuries. **Cell Biochemistry and Biophysics**, v.69, n.3, p.539-548, 2014.

WU, B.; GUO, Y.; WANG, J.; PAN, Z.; MA, H. Effect of thinness on non-fried potato chips subjected to infrared radiation blanching and drying. **J. Food Eng.**, v.237. p.249-255, 2018.

WU, Q; QU, H.; JIA, J.; KUANG, C; WEN, Y; YAN, H; GUI, Z. Characterization, Antioxidant and antitumor activities of polysaccharides from purple sweet potato. **Carbohydrate Polymers**, v.132, p.31–41, 2015.

ZHANG, M.; PAN, L. J.; JIANG, S. T.; MO, Y. W. Protective effects of anthocyanins from purple sweet potato on acute carbon tetrachloride-induced oxidative hepatotoxicity fibrosis in mice. **Food and Agricultural Immunology**, v.27, p.157–170, 2016.

ZHAO, J. G.; YAN, Q. Q.; LU, L. Z.; ZHANG, Y. Q. In vivo antioxidant, hypoglycemic, and anti-tumor activities of anthocyanin extracts from purple sweet potato. **Nutrition Research and Practice**, v.7, p.359–365, 2013.