

## ESTUDO DO PROCESSO DE CINÉTICA DE SECAGEM DE HORTALIÇAS

Márcia Ramos Luiz<sup>1</sup>; Marcelo Gomes da Silva<sup>2</sup>; Fernanda Vieira Amorim<sup>3</sup>;  
Ewellyn Silva Souza<sup>4</sup>; Tânia Maria do Nascimento<sup>5</sup>  
1 Universidade Estadual da Paraíba, marciarluiz@yahoo.com.br  
2 Universidade Estadual da Paraíba, marcelo.qi@ig.com.br  
3 Universidade Estadual da Paraíba, amorimfernandaamorim@hotmail.com  
4 Universidade Estadual da Paraíba, ewellynessouza@gmail.com  
5 Universidade Estadual da Paraíba, tania nascimento151@outlook.com

### Introdução

Hortaliça é a planta herbácea da qual uma ou mais partes são utilizadas como alimento na sua forma natural. As hortaliças são plantas de suma importância para o fortalecimento, principalmente, de vitaminas, sais minerais e fibras e algumas delas também servem como fonte de carboidratos e proteínas (BRASIL, 2010).

Pode-se dizer que o surgimento das hortaliças minimamente processadas é um dos capítulos mais atuais e significativos da história da alimentação humana e da própria história da oferta de alimentos na economia de mercado (SEBRAE, 2008).

O coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça condimentar da mesma família da cenoura, da salsa e da mandioquinha-salsa, é rico em vitaminas A, B1, B2 e C. É pouco exigente em relação ao solo e muito tolerante à acidez (SEBRAE, 2010). A cebolinha (*Allium schoenoprasum* L.) é uma planta de textura herbácea, suas folhas são verdes, compridas e cilíndricas, como tubos ocos, inflados desde a base. E a salsa (*Petroselinum Crispum* Mill.) é uma erva aromática originária do mediterrâneo e vem sendo utilizada desde a antiguidade, tanto na alimentação como na medicina (LEAL *et al.*, 2009).

As hortaliças são de competência da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, com o objetivo de controlar todas as etapas do processo de produção até o consumo do produto final (OETTERER *et al.*, 2006).

A secagem é a operação de retirada de água de um material úmido por meio da aplicação de calor com o auxílio de um fluxo de ar desumidificado com o objetivo de vaporizar parte da quantidade de água desse material, com o objetivo de um produto seco (PARK *et al.*, 2002 *apud* AMORIM *et al.*, 2015).

Menezes *et al.* (2013) relata que a cinética de secagem convectiva pode ser caracterizada a partir dos dados do adimensional de umidade (AD) em função do tempo do processo, através dos modelos matemáticos como: Modelo de Midilli:  $U^* = A \cdot \exp(-kt^n + b \cdot t)$ ; Modelo de Page:  $U^* = \exp(kt^v)$ , em que: k, v, A, B e k são constantes dos modelos; t é tempo de secagem (s).

Este trabalho apresenta um estudo com o objetivo de avaliar a cinética de secagem convectiva, nas mesmas condições de temperatura e massa, dos três tipos de hortaliças: coentro, cebolinha e salsa.

### Metodologia

Este estudo foi realizado no laboratório de Físico-química de Pesquisa do Semi-árido, do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual da Paraíba, localizada em Campina Grande - PB. Para a realização do experimento foram adquiridas três hortaliças frescas para serem processadas: coentro, cebolinha e salsa. Todos esses comprados no comércio local.

Foram selecionadas as hortaliças que apresentavam boa qualidade visual e com dimensões aproximadas. As que apresentavam avarias que comprometessem sua qualidade eram descartadas. Esta seleção foi realizada criteriosamente visando garantir a qualidade final do produto.

As hortaliças salsa e coentro foram soltas e colocadas em bandejas. Já a cebolinha foi cortada em tamanhos menores visando à homogeneidade dos pedaços das folhas. As hortaliças, devidamente selecionadas, foram inicialmente lavadas com água corrente para retirada de impurezas. Em seguida, foram submersas, durante quinze minutos, em uma solução de hipoclorito de sódio. E por fim, foram novamente lavadas com água corrente.

O experimento de secagem foi realizado em uma temperatura de 60°C com 30g de amostra, para cada uma das hortaliças estudadas. O estudo da cinética de secagem foi realizado mediante as curvas do adimensional de umidade em função do tempo de processamento, assim como pelas curvas de secagem em função da quantidade de umidade das amostras. Iniciou-se o processo de secagem pesando-se cada uma das amostras para secagem, realizadas em triplicata.

Levaram-se as amostras para a estufa com circulação de ar na temperatura de 30°C, a cada 15 minutos na primeira hora e depois a cada 30 minutos até peso constante da amostra. Registrou-se com o uso de uma balança semi-analítica com precisão de  $\pm 0,01$  g a perda de água.

De acordo com as técnicas descritas pelo instituto Adolfo Lutz (1985) *apud* Bacurau (2013) unidade é expresso em base úmida (B.U.) pela equação:  $BU$  (base úmida, %) =  $M_i$  (massa inicial das amostras, (g)) –  $M_f$  (massa final das amostras desidratado em estufa, (g)) /  $M_i \times 100$ .

## Resultados e discussão

Com os dados da pesagem das secagens, foram geradas as curvas de secagem para cada uma das hortaliças. Verificou-se que as curvas de secagem estão bem próximas uma das outras, quase sobrepostas, principalmente as da salsa e do coentro. Isso pode ser devido às características físicas, como a textura, que as folhas desses produtos possuem antes e depois de processados.

Representando as curvas da variação de secagem em função da umidade média em base seca das folhas de cebolinha, coentro e salsa, respectivamente, observa-se que no início do processo a amostra apresenta altas taxas de secagem, ou seja, elevada perda de massa. Este período inicial é quando a amostra começa a ser aquecida e ocorre a evaporação da água de sua superfície. A partir daí, verifica-se que a secagem ocorre somente em período de taxa decrescente até o fim do processo.

Com as curvas da taxa de secagem das amostras foi possível determinar os valores da umidade de equilíbrio. Observa-se que nas condições operacionais em que o experimento foi conduzido, o tempo de secagem necessário para atingir o equilíbrio é o mesmo para hortaliças estudadas.

Foram utilizados modelos matemáticos, descritos neste trabalho, para representar os dados experimentais obtidos. Verificou-se que o modelo de Midilli foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais da secagem convectiva das hortaliças.

Para as amostras de hortaliças analisadas verifica-se que o modelo de Midilli apresentou melhor ajuste com relação aos dados experimentais nas condições de operação que a secagem foi realizada para hortaliças.

Esse modelo apresentou valores menores de erro padrão (SE) (Midilli: cebolinha = 0,0036; coentro = 0,0020; salsa = 0,0047. Page: cebolinha = 0,0075; coentro = 0,0052; salsa = 0,0074) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) (Midilli: cebolinha = 0,9972; coentro = 0,9982; salsa = 0,9962. Page:

cebolinha = 0,9801; coentro = 0,9954; salsa = 0,9938), mais próximo do valor 1 (um) quando comparado com outros modelos.

Observa-se também que os valores do método de Akaike (AIC) para o modelo de Midilli são mais negativos, o que confirma o melhor ajuste dos dados experimentais ao modelo (Midilli: cebolinha = -80,3008; coentro = -86,9923; salsa = -77,3497. Page: Midilli: cebolinha = -76,1575; coentro = -80,123; salsa = -76,3036).

### Conclusões

As hortaliças analisadas nas mesmas condições de temperatura e massa apresentaram praticamente o mesmo comportamento durante o processo de secagem, pois se observa que suas curvas de secagem estão muito próximas umas das outras.

Desse modo, pode-se considerar que este estudo da secagem convectiva das hortaliças cebolinha, coentro e salsa apresentaram resultados bastante satisfatórios e foi possível obter modelos matemáticos para representar os dados experimentais obtidos, os quais se ajustaram melhor ao modelo de Midilli.

Portanto, a secagem convectiva dessas hortaliças é um processo viável e pode ser aplicado na fabricação de um produto para comercialização, composto com as três hortaliças em estudo. O produto final obtido apresentou características sensoriais agradáveis e com boa aparência.

**Palavras-Chave:** hortaliças; secagem convectiva; modelo matemático.

### Referências

- AMORIM, F. V.; ALVES, B. T. da S.; LUIZ, M. R.; LIMA, L. M. R.; ALMEIDA, M. M. Processo de secagem e estudo do poder adsorptivo do resíduo gerado na produção de cerveja. Relatório final de pesquisa. Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologias. Campina Grande – PB, 2015.
- BACURAU, Ítalo Moreira. Estudo da cinética de secagem do mesocarpo da Melancia (*Citrullus lanatus*) Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologias. Campina Grande, 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Secretaria de desenvolvimento agropecuário e cooperativismo - Mapa/ACS. Brasília, 2010.
- LEAL, C.; APARECIDA, J.; ALBUQUERQUE, A. D.; ALBUQUERQUE, A. B.; MENEGHIN, L. A.; MOTA, M. O.; DAGUANO, Z. P.; CALLIARI, C. M. Um processo de desidratação da salsa. Estágio em Alimentos do Curso de Farmácia do Inesul, Bem Simples, 2009.
- MENEZES, M. L.; STRÖHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. ENCEVISTA, V. 15, n. 2 p. 176-186, agosto 2013.
- OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Manole, 2006.
- SEBRAE. Hortaliças minimamente processadas - Estudo de mercado sebrae/espm - Relatório completo. 2008.
- SEBRAE. Catálogo Brasileiro de Hortaliças - Saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. SEBRAE - EMBRAPA HORTALIÇAS. Brasília, DF, 2010.