

## SECAGEM E CARACTERIZAÇÃO DE HORTALIÇAS

Joan Carlos Alves Pereira<sup>1</sup>; Renato Costa da Silva<sup>2</sup>; Regilane Marques Feitosa<sup>3</sup>; Raniza de Oliveira Carvalho<sup>4</sup>; Emanuel Neto Alves de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande - joan\_carlos21@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande - renatinocosta@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Campina Grande - regilanemarques@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Universidade Federal de Campina Grande - ranizacarvalho@hotmail.com

<sup>5</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - emmanuel.oliveira16@gmail.com

**Resumo:** A demanda por alimentos mais saudáveis vem crescendo ao longo dos anos e as hortaliças apresentam-se como alternativas para uma alimentação mais saudável, contudo as hortaliças são alimentos perecíveis, estragam facilmente e apresentam altos índices de perda pós-colheita. Novas formas de consumo do alimento podem ser obtidas, e uma alternativa para favorecer a estabilidade do produto e prolongar a vida útil é através da secagem, que proporciona maior vida de prateleira e reduz o desperdício. O presente trabalho teve como objetivo secar as hortaliças em estufa a 60 °C, no intuito de verificar a difusividade efetiva do pimentão, e caracterizar a berinjela e o pimentão seco. As hortaliças foram lavadas, sanitizadas e cortadas transversalmente em fatias e posteriormente foi realizada a secagem em estufa na temperatura de 60 °C, individualmente. As análises físico-químicas do material desidratado foram: o teor de umidade (base seca), acidez total titulável (ATT), pH e atividade de água. A difusividade efetiva foi obtida por meio do ajuste do modelo matemático da difusão líquida. Após a secagem houve uma redução elevada no teor de umidade dos produtos, baixando de 93,5% para 12,75 % no pimentão e de 88% para 8,91% para a berinjela. As hortaliças apresentaram baixos valores de atividade de água e os valores da acidez total titulável (ATT) foram próximos para a berinjela e o pimentão. A difusividade efetiva mostrou um rápido fluxo de água para o pimentão na temperatura de 60 °C.

**Palavras-chaves:** Alimentos perecíveis; Conservação; Difusividade efetiva.

### Introdução

Hortaliças são vegetais com uma larga variedade de espécies, que apresentam fácil digestão, baixo valor calórico e conteúdo antioxidante, possuem grande valor nutricional, destacando-se com teores significativos de sais minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas (VIEIRA et al., 2014).

O pimentão é uma hortaliça de clima tropical que apresenta uma vida útil muito curta, devido ao seu alto conteúdo de umidade e alta atividade de água que favorece sua rápida deterioração por micro-organismos e reações deterioradoras como químicas e enzimáticas; constitui benéficos na dieta

humana, sendo fonte de diversos nutrientes, entre eles minerais, fibras e vitaminas, além de proporcionar cor, aroma e sabor em diversas elaborações de alimentos (ALVES & NICOLETI, 2016).

A berinjela por possuir um alto teor de umidade (até 94% b.s.), proporciona um tempo de vida útil muito reduzida (ERTEKIN & YALDIZ, 2004; REIS et al., 2006; PUIG et al., 2012). É um alimento funcional em virtude da presença dos antioxidantes, antocianinas, o que a torna interessante do ponto de vista nutricional (PINHEIRO et al., 2015). A sua comercialização é realizada sem o uso de refrigeração, provocando em poucos dias a perda da qualidade e apresentando aspecto de murcho (HENZ & SILVA, 1995).

O Brasil por ser favorecido pelo seu clima e solo, garante um grande volume na produção de vegetais, que em combinação com as tecnologias agrícolas empregadas no cultivo garantem produtos de alta qualidade e uma cultura bastante diversificada. Se por um lado a grande produção é interessante para suprir a demanda interna do consumo do alimento fresco, por outro, pode haver um aumento da produção excedente, levando a um desperdício. As perdas de alimentos ainda podem ser agravadas devido à alta perecibilidade das hortaliças in natura, além das técnicas inadequadas de colheita e pós-colheita (ALVES & NICOLETI, 2016). Nesse contexto, novas formas de consumo do alimento podem ser obtidas, e uma alternativa para favorecer a estabilidade do produto e prolongar a vida útil é através da secagem, que proporciona maior vida de prateleira e transportes e armazenamento facilitados (PINHEIRO et al., 2015). A secagem é o modo mais empregado para promover a qualidade e a estabilidade do alimento, por diminuir a quantidade de água do produto reduz a atividade biológica e mudanças químicas que podem ocorrer durante seu armazenamento (MENEGHETTI et al., 2012).

A secagem conquista o consumidor com inovações tecnológicas, assegurando o produto em temperatura ambiente sem custos para seu armazenamento e com as qualidades do produto in natura. Com base no contexto, esse trabalho teve como objetivo secar as hortaliças em estufa a 60 °C, no intuito de verificar a difusividade efetiva do pimentão, e caracterizar a berinjela e o pimentão seco.

## **Metodologia**

Diante desse fato e dos resultados obtidos, foi selecionado o pimentão e a beringela produzidas em sistema orgânico. As hortaliças foram levadas para o Laboratório de Processamento de Alimentos, do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Pau dos Ferros- RN. As hortaliças foram

lavadas, sanitizadas e cortadas transversalmente em fatias de aproximadamente 2,5 cm e posteriormente foi realizada a secagem em estufa na temperatura de 60 °C, individualmente.

As análises físico-químicas do material desidratado, foram: o teor de umidade (base seca) e acidez total titulável (ATT) determinados de acordo com as metodologias descritas no manual do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005), o pH através do método potenciométrico e a atividade de água determinada por medida direta no higrômetro Aqualab, na temperatura de 25 °C.

A difusividade efetiva foi obtida por meio do ajuste do modelo matemático da difusão líquida, descrita pela Equação 1, aos dados experimentais da secagem do pimentão e da beringela, considerando-se a forma geométrica do produto como aproximação a um cilindro finito, devido ao corte do mesmo, desconsiderando-se a contração volumétrica (Luikov, 1968).

$$M(t) = M_{eq} - (M_{eq} - M_i) \sum_{n=1}^{100} \sum_{m=1}^{40} B_n B_m \exp \left[ - \left( \frac{\mu_n^2}{R^2} + \frac{\mu_m^2}{(L/2)^2} \right) Dt \right] \quad (1)$$

Em que: M(t) - teor de umidade no instante t; Meq - teor de umidade para  $t \rightarrow \infty$ ; Mi - teor de umidade para t=0; R - raio; L - comprimento; D - difusividade; t - tempo;  $B_n = 4/\mu_n^2$ ;  $B_m = 2/\mu_m^2$ ;  $J_0(\mu_n) = 0$ ;  $\mu_m = (2m-1)(\pi/2)$ .

## Resultados e discussão

As análises realizadas no pimentão e beringela após a secagem na temperatura de 60 °C estão presentes na Tabela 1. Após a secagem houve uma redução elevada no teor de umidade dos produtos, baixando de 93,5% para 12,75 % no pimentão e de 88% para 8,91% para a beringela. A diminuição da quantidade de água nos produtos agrícola providencia uma maior vida de prateleira e evita a degradação de substâncias benéficas para o consumidor (TONTUL & TOPUZ 2017).

**Tabela 1** – Médias da caracterização físico-química do pimentão e da beringela após a secagem a 60 °C.

	Umidade (% b.s.)	Atividade de água	Acidez (ATT, %)	pH	Difusividade ef. (m <sup>2</sup> /s)
<b>Beringela</b>	8,91	0,285	2,19	5,63	-
<b>Pimentão</b>	12,75	0,315	2,22	5,73	4,81x10 <sup>-7</sup>

As hortaliças após passarem pelo processo de secagem apresentaram baixos valores de atividade de água, como pode ser observado na tabela 1. Resultados esses considerados bons, pois a flora microbiana não pode se multiplicar em alimentos que apresentam atividade de água abaixo de 0,6

(OLIVEIRA et al., 2005). Santos et al. (2012) estudando a secagem do coentro (*Coriandrum sativum* L.) a 50 °C encontrou valor de 0,35 para atividade de água.

O pH dos produtos secos ficou na faixa de 5,69, valores próximos aos encontrados por Michel et al. (2014) ao estudar a secagem da batata yacon em diferentes épocas do ano, obtendo valores variando de 4,53 a 6. Os valores da acidez total titulável (ATT) foram próximos para a berinjela e o pimentão. A mesma faixa de valor foi relatado por Delmiro (2016) ao secar cenoura nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C que obteve aproximadamente 2,3% de ATT. Gomes & Oliveira, 2011 afirmam que o estudo da acidez está associado com a avaliação da característica e conservação em alimentos, e o estudo do pH indicando o grau de deterioração já que é relevante na perspectiva microbiológica e química do produto.

Ainda na Tabela 1, encontra-se o valor da difusividade efetiva que representa o fluxo de água ao sair do produto durante a secagem para o pimentão. Em comparação a difusividade de outros produtos encontrados na literatura, o valor do pimentão ficou superior, tendo em vista os valores de  $1,359 \times 10^{-10}$  e  $5,301 \times 10^{-10}$  encontrados por Limpai boon (2011) no processo de secagem de abóbora em diversas temperaturas; e  $1,26 \times 10^{-9}$  e  $8,80 \times 10^{-9}$  encontrados por Singh & Pandey (2012) na secagem de batata doce. Esse fato é explicado devido a estrutura física do pimentão não ser totalmente preenchida no seu interior, assim, devido a menor massa, a saída da água na secagem é mais rápida. Contudo Azoubel & Murr (2004), explicam que é difícil realizar a comparação de difusividades na literatura devido as várias maneiras de se calcular a mesma, além da variação da composição e estrutura física dos alimentos.

## **Conclusões**

A utilização da operação unitária, a secagem, alcançou os objetivos propostos: a redução da massa, da umidade e da atividade de água, permitindo o aproveitamento desses produtos na forma de pó. Os valores do pH e acidez mostraram que os produtos ainda apresentam-se susceptível ao ataque dos micro-organismos e que a secagem é importante para a preservação desses produtos. A difusividade efetiva mostrou um rápido fluxo de água para o pimentão na temperatura de 60 °C.

## **Referências**

ALVES, T. P.; NICOLETI, J. F. Influência das variáveis de processo sobre a secagem osmoconvectiva de pimentão verde. Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa, v. 10, n. 1, p. 2022-2037, jan./jun. 2016.

- AZOUBEL, P.M.; MURR, F.E.X. Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato. *Journal of Food Engineering*, v.61, n. 3, p. 291-295, Fevereiro 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Métodos químicos e físico-químicos para análise de alimentos, Brasília: Ministério da Saúde, 1017f, 2005.
- DELMIRO, T. M. Secagem da cenoura (*daucus carota* l.) pelo método foam-mat. 2016. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Curso de engenharia química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte. 2016.
- ERTEKIN, C.; YALDIZ, O. Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, v. 63, p. 349–359, Agosto 2004.
- GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. Análises físico-químicas de alimentos. 1. ed. Viçosa: UFV, 2011.
- HENZ, G. P.; SILVA, C. Conservação de frutos de berinjela cv. Ciça através de refrigeração e embalagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 2, p. 157-162, Fevereiro 1995.
- LIMPAIBOON, K. Effects of temperature and slice thickness on drying kinetics of pumpkin slices. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, v. 8, n. 2, p. 159-166, 2011.
- LUIKOV, A. V. Analytical heat diffusion theory, New York, Academic Press, 1968.
- MENEGHETTI, V. L.; AOSANI E.; ROCHA, J. C.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C.; POHNDORF, R. S. Modelos matemáticos para a secagem intermitente de arroz em casca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1115 - 1120, Outubro 2012.
- MICHEL, P. H.; PARUSSOLO, G.; BUSATTO, R. T.; SCHMITT, J.; SANTOS, L. F.; RIES, E. F.; ROSA, V. P. Produção de farinha de yacon em diferentes épocas do ano. *Blucher Food Science Proceedings*, v. 1, n. 1, p. 329 - 330, 2014.
- OLIVEIRA, M. M.; CAMPOS, A. R. N.; GOMES, J. P.; SILVA, F. L. H. Isotermas de sorção do resíduo agroindustrial da casca do abacaxi (*Ananas comosus* L. Mer). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, p. 565-569, Out/Dez. 2005.
- PINHEIRO, L. N.; BEGROW, D.; RAVAZIO, M. B.; TERRA, L. M. Estudo da secagem de chips de berinjela em túnel de vento. In: XI Congresso brasileiro de engenharia química em Iniciação científica, 3., 2015. Campinas. Anais... São Paulo: Unicamp, 2015. p. 1 - 7.
- PUIG, A.; PEREZ-MUNUERA, I.; CARCEL, J.A.; HERNANDO, I.; GARCIA-PEREZ, J. V. Moisture loss kinetics and microstructural changes in eggplant (*Solanum melogena* L.) during conventional and ultrasonically assisted convective drying. *Food and Bioproducts Processing*, v. 90, p. 624 - 632, Outubro 2012.
- REIS, F. R.; MASSON, M. L.; WASZCZYNSKYJ, N. Efeito da secagem convectiva e a vácuo sobre parâmetros de qualidade de fatias de berinjela. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.8, n. 2, p. 163-169, 2006.
- SANTOS, G.; OLIVEIRA, M. C.; MORAES, M. H.; PAGANI, A. A. C. Estudo comparativo do coentro (*Coriandrum sativum* l.) seco obtido em diferentes métodos de secagem. *Revista GEINTEC*, v. 2, n. 3, p.236 - 244, 2012.
- SINGH, N. J.; PANDEY, R. K. Convective air drying characteristics of sweet potato cube (*Ipomoea batatas*). *Food and Bioproducts Processing*, v. 90, n. 2, p. 317- 322, Abril 2012.
- TONTUL, I.; TOPUZ, A. Spray-drying of fruit and vegetable juices: Effect of drying conditions on the product yield and physical properties. *Trends in Food Science & Technology*, v. 63, p. 91-102, Maio 2017.
- VIEIRA, L.; SILVA, F. B.; LIMA, R. F. F.; LIMA, M. S.; ALVES, A. M.; PEREIRA, V. S. Hortaliças tradicionais: divulgação de alimentos “desconhecidos” pelo Núcleo de Estudo em Agroecologia e Agricultura Familiar do Campus Planaltina – IFB, *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 3, Dezembro 2014.