

CINÉTICA DE SECAGEM DE EPICARPO DE BATATA DOCE (*Ipomea batatas* L.) BIOFORTIFICADA

LÍGIA C. DE MOURA SILVA¹, OSVALDO RESENDE², DANIEL E. CABRAL DE OLIVEIRA³, DIENE GONÇALVES SOUSA⁴

¹ Doutoranda em Ciências Agrárias - Agronomia, Doutor em Ciências Agrárias – Agronomia, Mestre em Zootecnia, IF Goiano, Rio Verde – GO, (64) 3620 5636, ligialirios@hotmail.com;

² Eng^o Agrícola, Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Rio Verde -GO

³ Eng^o Agrícola, Prof. Ph, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Câmpus Iporá- GO

⁴ Doutoranda em Ciências Agrárias - Agronomia, Mestre em Zootecnia, IF Goiano, Rio Verde – GO

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: A secagem de produtos agrícolas é intensamente utilizada no mundo, para o controle e a manutenção da vida-de-prateleira dos materiais. Dentro desse contexto, é importante que haja qualidade no produto final, principalmente após passar pelo processo de secagem. Assim, objetivou-se com esta pesquisa ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais da secagem de epicarpo de batata doce biofortificada (*Ipomea batatas* L.). As batatas, foram colhidas na propriedade rural do Instituto Federal Goiano no município de Rio Verde Goiás, posteriormente higienizadas, sanitizadas (hipoclorito de sódio a 100 ppm 10 min⁻¹), retirado o excesso de água e despulpadas. A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar forçada nas temperaturas de 45; 55; 65 e 75 °C, com 4 repetições, cada uma foi constituída de aproximadamente 150 g de amostras em recipientes de alumínio. As amostras foram pesadas periodicamente até 3 pesagens constantes. Verificou-se, nos resultados, que o tempo de secagem reduziu com o aumento da temperatura, alterando a velocidade de secagem e com diferenças no tempo de secagem de batata doce biofortificada. Dentre os 11 modelos matemáticos Page foi selecionado devido sua simplicidade de aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem matemática, Page, temperatura.

DRY KINETICS OF BIOFORTIFIED SWEET POTATO (*Ipomea batatas* L.) EPICARP

ABSTRACT: Drying of agricultural products is intensively used in the world, for control and the maintenance shelf-life of the materials. With this context, it is important to have quality in the final product, especially after going through the drying process. The potatoes were harvested in the rural property of the Goiano Federal Institute in the municipality of Rio Verde Goiás, Brazil, in the municipality of Rio Verde Goiás, (Hypochlorite sodium at 100 ppm 10 min⁻¹), the excess water was removed and the pulp was dried in a forced air circulation oven at temperatures of 45, 55, 65 and 75 ° C. The samples were weighed periodically up to 3 constant weighings. It was found in the results that the drying time was reduced with increasing temperature by changing the speed Of drying and with differences in drying time of biofortified sweet potato. Among the 11 mathematical models, Page was selected due to its simplicity of application.

KEYWORDS: Mathematical modeling, Page, temperature.

INTRODUÇÃO: A cultura da batata-doce [*Ipomea batatas* (L.) Lam.] pode destinar-se a diferentes usos: alimentação humana, em que raízes tuberosas (80 a 800 g) são consumidas cozidas, fritas, assadas ou transformadas em vários produtos culinários e também ápices dos ramos, denominados brotos (Menezes et al., 2003). Por serem extremamente perecíveis, são,

em sua grande maioria, processadas pela indústria rapidamente. Desta forma a produção de resíduos produzidos pelas indústrias alimentícias gera expressivos impactos ambientais, pois nem sempre esse material será descartado devidamente. Uma alternativa que vem sendo desenvolvida consiste no aproveitamento destes resíduos como matéria-prima para a produção de alimentos perfeitamente passíveis de ser incluída na alimentação humana (THOMAZ et al., 2014). Esse aproveitamento pode ocorrer por meio da secagem que é um processo utilizado para preservar a qualidade dos alimentos e aumentar a vida de prateleira. A secagem consiste na retirada do máximo de água contida no produto, de modo a desfavorecer o desenvolvimento de micro-organismos e eliminar quase totalmente as atividades metabólicas (PALACIN et al., 2005). Além disso, o estudo da secagem fornece estimativas do tempo necessário para a redução do teor de água, e com aplicação dos modelos matemáticos permitirá prever o comportamento que ocorrem durante o processo de secagem no produto (DIONELLO et al., 2009), evitando que os efeitos da secagem alterem as propriedades físicas e químicas do produto (MARTINS et al., 2014). Assim, objetivou-se com esta pesquisa ajustar diferentes modelos matemáticos aos dados experimentais da secagem de epicarpo de batata doce biofortificada (*Ipomoea batatas* (L.)).

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Vegetais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - *Campus* Rio Verde. As batatas foram colhidas na área experimental do Instituto Federal Goiano no município de Rio Verde Goiás, com o teor de água inicial de $3,796 \pm 0,018$ base seca. Posteriormente, foram higienizadas, sanitizadas (hipoclorito de sódio a 100 ppm 10 min^{-1}), retirado o excesso de água e despulpadas. A secagem foi realizada em estufa com circulação de ar forçada nas temperaturas de 45; 55; 65 e 75 °C, com 4 repetições, cada uma foi constituída de aproximadamente 150 g de amostras em recipientes de alumínio. A secagem prosseguiu até que o epicarpo de batata doce biofortificada atingisse massa constante (teor de água de equilíbrio), determinado em estufa a 105 °C, até massa constante. Para a determinação das razões de teor de água de epicarpo da batata doce biofortificada durante a secagem, utilizou-se a seguinte expressão:

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

em que: RX: razão de teor de água do produto, adimensional; X: teor de água do produto (b.s.); Xi: teor de água inicial do produto (b.s.); e X_e: teor de água de equilíbrio do produto (b.s.).

Foram utilizados 11 modelos matemáticos frequentemente utilizados para representação da secagem de produtos vegetais, conforme Resende et al., (2009). Sendo ajustados por meio de análise de regressão não linear pelo método Gauss-Newton. Para o grau de ajuste, considerou-se a magnitude do coeficiente de determinação (R²), do teste de *Qui*-quadrado (χ^2), do erro médio relativo (P), desvio padrão da estimativa (SE).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observou-se que as diferentes temperaturas influenciaram na perda de água do produto. Considerando o tempo gasto, observou-se 12,67; 10,17; 7,67 e 5,67 horas, para as temperaturas de 45; 55; 65 e 75 °C, respectivamente. O aumento da temperatura reduziu o tempo de secagem. Em relação à análise de erro médio estimado (SE) e *Qui*-quadrado (χ^2), os modelos Wang e Singh, Midilli e Page, obtiveram menores valores comparativamente aos demais modelos. Somente os valores de erro médio estimado e *Qui*-quadrado não são suficientes para determinar a qualidade do ajuste do modelo. Então, foi realizada uma análise conjunta do coeficiente de determinação (R²) e erro médio relativo (P) para determinação do melhor modelo, conforme a Tabela 1. Observa-se que os modelos Wang e Singh, Page e Midilli se ajustaram para todas as temperaturas, apresentando coeficientes (R²) entre 98,39% e 99,54%. Segundo Madamba et al. (1996) valores de R² maiores que 95% e erro médio relativo (P), valores inferiores a 10% indicam uma representação satisfatória do

fenômeno. Assim, por meio da análise conjunta dos parâmetros estatísticos (R^2 , P, SE e χ^2) estes três modelos apresentaram melhor ajuste ao processo de secagem.

TABELA 1. Erro médio relativo e coeficiente de determinação (P, R^2 , %) durante a secagem de epicarpós de batata doce biofortificada a 45; 55; 65 e 75 °C

Modelos	45 °C		55 °C		65 °C		75 °C	
	P	R^2	P	R^2	P	R^2	P	R^2
Wang e Singh	5,92	99,31	7,97	99,27	5,42	98,90	3,99	99,54
Verma	22,52	91,29	38,31	83,91	5,84	98,88	12,08	97,54
Thompson	22,34	91,30	34,91	84,56	24,54	87,75	27,21	87,94
Page	4,66	99,34	5,06	99,34	8,95	97,42	7,02	98,77
Newton	22,34	91,30	34,91	84,56	24,55	87,74	27,21	87,94
Midilli	2,99	99,75	3,14	99,86	5,32	98,39	3,43	99,45
Logarítimo	5,17	98,89	12,37	96,30	8,77	97,26	7,39	98,42
Henderson e Pabis	19,23	93,46	30,61	88,10	20,99	90,64	23,30	91,24
Exponencial de dois termos	22,34	91,30	34,91	84,56	24,55	87,74	27,21	87,94
Dois termos	19,24	93,46	8,65	99,08	20,99	90,64	11,47	97,77
Aproximação da difusão	10,07	98,29	17,15	93,91	24,55	87,74	11,53	96,89

Para a representação gráfica das curvas de secagem conforme Figura 1, utilizou-se o modelo de Page por ser mais simples e apresentar menor número de coeficientes, e também por apresentar todos os coeficientes significativos, comparativamente ao Midilli e Wang e Singh.

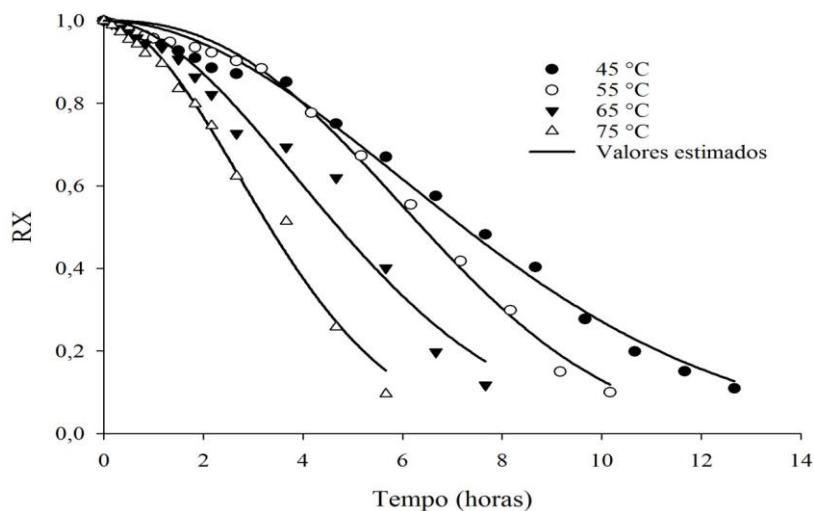


FIGURA 1. Valores da cinética de secagem de epicarpo de batata doce biofortificada estimados pelo modelo de Page nas diversas condições de temperatura.

Santos et al. (2013), na secagem de grãos de urucum, nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C, também obtiveram mais de um modelo que se ajustou aos dados experimentais, selecionando o modelo de Page para representação do fenômeno de secagem. Verifica-se pela correspondência entre os valores experimentais e estimados, um ajuste satisfatório do modelo de Page para descrição da secagem do epicarpo de batata doce biofortificada nas temperaturas de 45, 55, 65 e 75 °C. Alexandre et al. (2013) fizeram o ajuste de modelos para o resíduo (epicarpo) de abacaxi (*Ananas comosus* L.) e verificaram que o modelo de Page representou de forma satisfatória a secagem. Resende et al. (2014) avaliando a secagem de grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) da cultivar AS4620, concluíram que o modelo de Page representou satisfatoriamente o comportamento desse fenômeno.

CONCLUSÕES: Dentre os modelos estudados Wang e Singh, Midilli e Page apresentaram bons ajustes aos dados experimentais, porém, o modelo de Page foi selecionado para representar o fenômeno de secagem devido a simplicidade de aplicação.

AGRADECIMENTOS: Ao IFGoiano - Campus Rio Verde, à CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, H. V., SILVA, F. L. H. , GOMES, J. P., SILVA, O., JOÃO P. D. LIMA, C. E. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.17, n.6, p.640–646, 2013.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P. CARLESSO, V. O. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.29, n.1, p.232-240, 2009.

MADAMBA, P. S.; DRISCOLL, R. H.; BUCKLE, K. A. The Thin-layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of Food Engineering*, v. 29, n.1, p. 75-97, 1996.

MARTINS, J. J. A.; MARQUES J. I.; SANTOS, C. D.; ROCHA, A. P. T. Modelagem matemática da secagem de cascas de mulungu. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1652-1660, 2014.

MENEZES, M.A.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, H. V.; NUNES, E. H. S.; QUEIROGA, R. C. F. Composição químico-bromatológica de brotos de batata-doce: cultivares e idades de colheita. *Horticultura brasileira*. Brasília. v. 21, n. 2, p. 393, 2003.

PALACIN, J. J. F., LACERDA FILHO, A. F., CECON, P. R.; MONTES, E. J. M. Determinação das curvas de secagem de milho nas espigas (*Zeamays*L.). *EngenhariaAgricoltura*, Viçosa, v. 13, n. 4, p.300-313, 2005.

RESENDE, O., CABRAL DE OLIVEIRA, D. E., CHAVES, T. H., FERREIRA J., & BESSA, V. (2014). Kinetics and thermodynamic properties of the drying process of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) grains. *African Journal of Agricultural Research*. 2453-2462p, 2014.

SANTOS, D.C., QUEIROZ, A.J.M., FIGUEIRÊDO, R.M.F., OLIVEIRA, E.N.A. Cinética de secagem de farinha de grãos residuais de urucum. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.2, p.223–231, 2013.

THOMAZ, A. M. A. U., SOUSA, E. C.; LIMA, A.; LIMA, R. M. T.; FREITAS, P. A. P.; SOUZA, M. A. M.; THOMAZ, J. C. A.; CARIOCA, J. O. B. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*psidium guajaval*.) em pó. *HOLOS*, Ed. 30, v. 5 p.199, 2014.