

## MODELOS MATEMÁTICOS APLICADOS A SECAGEM DE *Allium fistulosum* L.

ADRIANO S. SILVA<sup>1</sup>, KARLA S. MELO<sup>1</sup>, NIÉDJA M. C. ALVES<sup>1</sup>, JOSIVANDA P. GOMES<sup>2</sup>,  
JUAREZ P. PEDROZA<sup>2</sup>, JOSÉ C. A. LEITE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Químico Industrial, Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG. E-mail: adriano\_santana@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB. E-mail: almeida@deag.ufcg.edu.br

<sup>3</sup> Alunos de Graduação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** Neste trabalho foi estudada a secagem da cebolinha em um secador de leito fixo, com espessura de camada igual a 2,0 cm e velocidade do ar de secagem de 1,8 m s<sup>-1</sup>. Os modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis e Logarítmica foram ajustados aos dados experimentais. Observa-se que os modelos estudados se ajustam bem aos dados experimentais, podendo ser aplicados na predição da secagem de cebolinha, sendo que o melhor resultado encontrado foi para o modelo matemático de Page.

**PALAVRAS-CHAVE:** cebolinha, secagem, modelos matemáticos

### MATHEMATICAL MODELS APPLIED TO THE *Allium fistulosum* L. DRYING

**ABSTRACT:** In this work was studied the chive drying in a fixed stream drier, with layer thickness equal to 2.0 cm and air speed of drying equal to 1.8 m s<sup>-1</sup>. The mathematical models of Page, Henderson & Pabis and Logarithm had been adjusted to the experimental data. It is observed that the studied models present a great adjust to the experimental data, and they can be applied in the prediction of the chive drying, with the mathematical model of Page presenting the best adjust.

**KEYWORDS:** chive, drying, mathematical models

**INTRODUÇÃO:** A planta de cebolinha tem folhas cilíndricas e fistulosas, com 30 a 50 cm de altura, de coloração verde escura, tendendo para o glauco (EMBRATER, 1980); produz pequeno bulbo cônico, envolvido por uma película rósea, com perfilhamento e formação de touceira (Filgueira, 2000). A cebolinha comum (*Allium fistulosum* L.), originária da Sibéria, e a cebolinha (*Allium schoenoprasum*), originária da Europa continental, são condimentos, muito apreciados pela população e cultivadas em quase todos os lares brasileiros. Existem métodos empíricos, teóricos e semiteóricos para se descrever matematicamente o processo de secagem. O método empírico é utilizado para análise de secagem usando-se dados experimentais, que podem ser determinados em laboratório e na utilização da análise adimensional; geralmente, este método se baseia nas condições externas de secagem, não fornecendo indicações sobre o transporte de energia e massa no interior do produto, muito embora forneça informações práticas para elaboração de projetos (Fortes & Okos, 1980). O processo de secagem visa à retirada parcial da água da semente, através da transferência simultânea de calor do ar para a semente e de massa, por meio do fluxo do vapor d'água, da semente para o ar (Foust et al., 1982). Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a

influência de temperaturas na secagem de cebolinha desidratada com um espessura de 2 cm em um secador de leito fixo, com velocidade do ar de secagem de  $1,8 \text{ m s}^{-1}$ .

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados experimentais foram realizados no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, PB. Utilizou-se cebolinhas adquiridas no comércio local. As amostras foram selecionadas, lavadas e picadas. Para a secagem do produto foi utilizado um secador de leito fixo com velocidade do ar de  $1,8 \text{ m s}^{-1}$ , com camada de 2,0 cm de espessura. As temperaturas de secagem foram 50, 60, 70 e  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Os dados experimentais foram expressos na forma de razão de umidade ( $RU$ ):

$$RU = \frac{X - X_e}{X_o - X_e}$$

em que:

$X$  - umidade absoluta, base seca, bs

$X_e$  - umidade de equilíbrio, bs

$X_o$  - umidade inicial, bs

Os ajustes dos dados experimentais foram realizados utilizando-se o programa computacional Statistica versão 7.0 e os modelos matemáticos utilizados foram Page (1) e Henderson & Pabis (2) e logaritma (3). Para se determinar o melhor ajuste de cada equação aos dados experimentais foram utilizados os coeficientes de determinação ( $R^2$ ).

**Tabela 1** - Modelos matemáticos aplicados às curvas de secagem

Nº	Equação	Nome do Modelo
1	$RU = \exp(-Kt^n)$	Page*
2	$RU = a * \exp(-Kt)$	Henderson & Pabis*
3	$RU = a * \exp(-Kt) + c$	Logarítmica*

Akpınar (2005)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Tabela 2 encontram-se os valores estimados dos parâmetros dos modelos de Page, Henderson & Pabis e logaritma, para cada temperatura estudada, bem como os coeficientes de determinação ( $R^2$ ). Analisando os dados experimentais verifica-se que, todas as equações podem ser usadas como modelo de ajuste das curvas de secagem de cebolinha por apresentarem valores de  $R^2$  superiores a 98%. Por serem de natureza empírica, essas equações só podem ser utilizadas para prever dados de secagem para as condições de temperaturas e velocidades do ar de secagem estudadas. Observa-se que dos modelos testados o de Page foi o que apresentou os melhores ajustes para o coeficiente de determinação.

**Tabela 2.** Parâmetros e coeficientes de determinação dos modelos ajustados para todas as temperaturas

Modelos	Temperatura (°C)	Parâmetros			R <sup>2</sup> (%)
		K	N		
Page	50	0,171002	0,651579		99,87
	60	0,094438	0,835106		99,91
	70	0,159561	0,731429		99,97
	80	0,267350	0,660560		99,99
Henderson & Pabis	Temperatura (°C)	A	K		R <sup>2</sup> (%)
	50	0,944819	0,033796		98,34
	60	0,989234	0,056164		99,27
	70	0,979675	0,070989		99,07
	80	0,991388	0,108082		99,26
Logarítmica	Temperatura (°C)	A	K	C	R <sup>2</sup> (%)
	50	0,936470	0,038448	0,029347	99,15
	60	0,977582	0,060291	0,01930	99,72
	70	0,967544	0,076301	0,018617	99,38
	80	0,977917	0,114985	0,016315	99,52

Analisando as curvas de secagem da Figura 1, verificou-se que a cinética de secagem foi influenciada pela temperatura, a aplicação de temperaturas mais elevadas reduz significativamente o tempo necessário para secar a cebolinha, ou seja, para um mesmo tempo de processo, quanto maior for a temperatura do ar, maior é a taxa de secagem. Observa-se que a perda do conteúdo de umidade é bem rápida no início do processo de secagem, cuja estabilização para a temperatura mais baixa (50 °C) ocorre num período de tempo de aproximadamente 160 min, e para a temperatura mais alta (80 °C) a partir de aproximadamente 70 min, indicando que a temperatura é a variável de maior influência no processo. Este comportamento foi observado por Yoshida & Menegalli (2000), Prado et al. (1999) e Almeida et al. (2002), secando milho superdoce, tâmaras e algaroba, respectivamente.

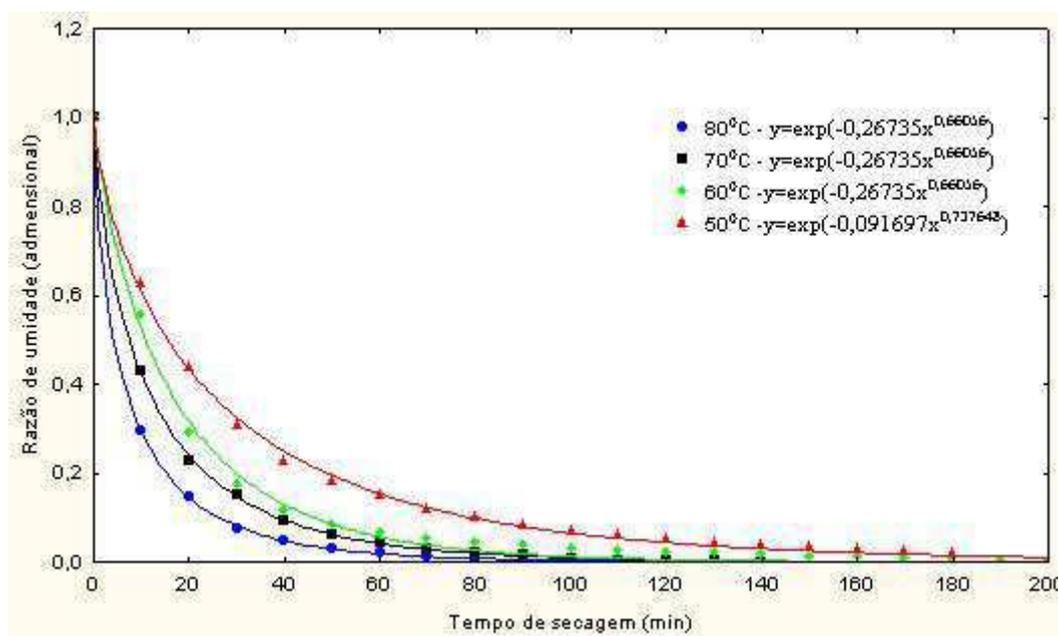


Figura 1. Curvas de secagem ajustadas pelo modelo de Page

**CONCLUSÕES:** Verificou-se que a cinética de secagem foi influenciada pela temperatura e que dentre os modelos analisados o de Page ajustou melhor os dados experimentais apresentando coeficientes de determinação ( $R^2$ ) superiores a 99%.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.A.C.; GOUVEIA, J.P.G. de, J.E.; VILLAMIL, J.M.P.; SILVA, M.M. Secagem natural e artificial de vagens de algaroba. Revista Brasileira de Armazenamento. Viçosa, v.27, n.1, p.48-57, 2002.

AKPINAR, E.K. Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. Journal of Food Engineering, v. 73, p.75–84, 2005.

FORTES, M.; OKOS, M.R. Drying theories; their bases and limitations as applied to foods and grains. In: Mujundar, A.S., (ed.). Advances in drying. New York: Science Press, 1980. p.153-162.

EMPRESA BRASILEIRA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Manual técnico de olericultura. Rio de Janeiro: Brasília, 1980. 98 p. (Manuais, 28).

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L.B. Princípios das operações unitárias. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982. 670p.

PRADO, M.E.T.; ALONSO, L.F.T.; PARK, K.J. Isotermas de sorção de modelos matemáticos. Ciências e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.19, n.1, p.143–146, 1999.

YOSHIDA, C.M.P.; MENEGALLI, F.C. Drying of supersweet corn. In: Internacional Drying Symposium, 12, Noordwijkerhout. Proceedings... Elsevier, 2000.