

CINÉTICA DE SECAGEM DE MANGA EM FATIAS

JEAN CARLOS DE O. FREITAS¹, ALEXANDRE JOSÉ DE M. QUEIROZ², ROSSANA M. F. DE FIGUEIRÊDO², KARLA DOS S. MELO³

¹ Graduando em Engenharia Civil, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, PIBIC/CNPq, CCT/UFCG, Campina Grande - PB, (0XX83) 3310.1548, e-mail: jeancof@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, CIRNUFCG, Campina Grande - PB.

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, CIRNUFCG, Campina Grande - PB.

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

RESUMO: Foi estudada a cinética de secagem em camada fina de fatias de manga da variedade espada, nas temperaturas de 50°C e 60°C, utilizando-se um secador vertical de bandejas com circulação forçada de ar a uma velocidade de 3,3 m/s. Os modelos de secagem de Page, Lewis, logarítmico e o modelo de dois termos foram ajustados às curvas de cinética de secagem. Todos os modelos utilizados resultaram em ajustes razoáveis aos dados experimentais, podendo ser aplicados na predição da secagem de fatias de manga, com coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,999 e desvios percentuais médios inferiores a 12%.

PALAVRAS-CHAVE: *Mangifera indica*, secador de bandejas, camada fina

DRYING KINETICS OF MANGO IN SLICES

ABSTRACT: The thin layer drying kinetics of mango slices of sword variety, in temperatures of 50°C and 60°C, using a vertical tray dryer with forced circulation at velocity of air of 3.3 m/s was studied. The drying models of Page, Lewis, logarithmic and two term were fitted to the experimental data of drying kinetics. All the models resulted in reasonable fitting to the experimental data, could be applied to estimate the drying curve of mango slices, with determination coefficients (R^2) larger than 0,999 and mean relative deviation modulus smaller than 12%.

Keywords: *Mangifera indica* L., tray dryer, thin layer

INTRODUÇÃO: De acordo com Brunini et al. (2002) a comercialização de produtos derivados de frutas cresceu mais de cinco vezes nos últimos quinze anos. A manga, espécie originária da Ásia e produzida em mais de 100 países, ocupa a quinta posição entre as frutas mais produzidas no mundo, com 25,754 milhões de toneladas (FAO, 2002). Como a maioria das frutas tropicais, a manga é produzida em grande quantidade durante um período curto de tempo (dezembro a fevereiro) e deteriora-se rapidamente (Soares Junior, 2003). No Brasil as perdas pós-colheita de manga oscilam entre 40 e 50%, principalmente por manuseio e preservação inadequada (Leite, 1998), demandando métodos de processamento que prolonguem sua vida útil. A secagem de alimentos é uma técnica de preservação muito utilizada nos mais diferentes materiais de origem agrícola e com igual diversidade de meios, tendo como principal vantagem permitir o transporte e armazenamento sem necessidade de refrigeração, eliminando dispendiosos e nem sempre disponíveis recursos de logística (Keey, 1972; Daudin, 1983). Este trabalho foi realizado com o objetivo de se estudar a cinética de secagem de fatias de manga nas temperaturas de 50 e 60°C com circulação de ar forçada.

MATERIAL E MÉTODOS: A coleta de dados foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande. A matéria prima utilizada constituiu-se de exemplares de manga (*Mangifera indica* L.), da variedade espada, em estágio de maturação maduros, adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande, PB. Os frutos foram lavados, descascados e cortados em fatias de aproximadamente 1,0cm de espessura. A secagem das fatias nas temperaturas de 50°C e 60°C, com circulação de ar forçada, foi realizada utilizando-se um secador de bandejas vertical, com sistema de aquecimento por meio de lâmpadas incandescentes de 100 e 150 watts, construído e detalhado por Freitas et al. (2004). Os dados de cinética de secagem, coletados em triplicata, foram obtidas pela pesagem das bandejas em intervalos de tempo de 30 minutos nas 6 primeiras horas e em intervalos de 1 hora nas últimas 4 horas, totalizando 10 horas de secagem. Após a secagem, as fatias foram levadas a estufa a 70°C para a determinação da massa seca. As curvas de cinética de secagem foram traçadas com os dados expressos em termos da Razão de Umidade (RU) calculada de acordo com a equação 1 em função do tempo de secagem. Os modelos de Page, Lewis, logarítmico e de dois termos, detalhados na Tabela 1, foram ajustados as curvas de cinética de secagem por meio do programa computacional STATISTICA versão 5.0. Para se avaliar o desempenho dos modelos foram utilizados como parâmetros o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P) calculado pela equação 2.

$$RU = \frac{X - X_{eq}}{X_o - X_{eq}} \quad (1)$$

em que:

RU – razão de umidade (adimensional)

X_o – umidade inicial (base seca)

X_{eq} – umidade de equilíbrio (base seca)

X – umidade absoluta (base seca)

$$P = \frac{100}{n} \sum \left| \frac{V_{exp} - V_{teo}}{V_{exp}} \right| \quad (2)$$

em que:

P - desvio percentual médio

V_{exp} - valor experimental

V_{teo} - valor teórico

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados no ajuste das curvas de secagem

Modelo	Equação	Referência
Page	$RU = \exp(-Kt^n)$	Diamante & Munro (1993)
Lewis	$RU = \exp(-Kt)$	Lewis (1921)
Logarítmico	$RU = a \exp(-Kt) + c$	Yaldiz et al. (2001)
Modelo de dois termos	$RU = a \exp(-K_o t) + b(-K_1 t)$	Togrul & Pehlivan (2002)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na tabela 2 tem-se os parâmetros dos modelos de Page, Lewis, Logarítmico e o modelo de dois termos ajustados as curvas de cinética de secagem obtidos por meio de regressão não linear, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P). Observa-se que todos os modelos se ajustaram bem a curva de secagem das fatias secas a 50°C, apresentando coeficientes de determinação (R^2) acima de 0,999 e os desvios percentuais médios inferiores a 3%, com destaque para o modelo logarítmico que apresentou o menor valor de P. Para a curva na temperatura de 60°C os modelos resultaram em coeficientes de determinação (R^2) acima de

0,99 e os desvios percentuais médios entre 8 e 12%, com o modelo de dois termos apresentando o menor valor de P. O modelo logarítmico foi utilizado por Doymaz (2004) ao trabalhar com secagem de amora-branca resultando em um coeficiente de determinação de 0,998. Akpinar (2006) ao trabalhar com secagem de maçã, obteve utilizando o modelo de dois termos, coeficiente de determinação de 0,9988.

Tabela 2. Parâmetros dos modelos de Page, Lewis, Logarítmico e o Modelo de dois termos, coeficientes de determinação (R^2) e desvios percentuais médios (P%).

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetro			R^2	P(%)	
		n	K				
Page	50	0,0049	0,9850		0,9997	1,67	
	60	0,0101	0,8612		0,9980	8,46	
Lewis	50		0,0045		0,9997	2,28	
	60		0,0048		0,9996	11,15	
Logarítmico	50	a	K	c	R^2	P(%)	
	60	0,9879	0,0047	0,0147	0,9998	1,35	
Modelo de dois termos	50	a	K_0	b	K_1	R^2	P(%)
	60	0,4643	0,0036	0,5390	0,0055	0,9998	1,48
	60	0,1854	0,0178	0,8131	0,0039	0,9980	8,18

Na figura 1 estão representadas os pontos experimentais de cinética de secagem, com as curvas ajustadas usando-se o modelo de dois termos, representadas pela razão de umidade em função do tempo de secagem, nas temperaturas de 50°C e 60°C com circulação de ar forçada a velocidade de 3,3 m/s. Observa-se que a temperatura de secagem teve uma influência na redução de umidade do produto até 300 minutos, resultando para a temperatura mais elevada em uma menor umidade na primeira metade do tempo de secagem. Este resultado já era esperado, concordando com diversos autores que observaram que a temperatura é fator determinante na secagem, entre os quais podem ser citados Prado (1998) ao trabalhar com tâmara, Kiranoudis et al. (1997), ao trabalharem com banana, pêra, kiwi e maçã, e Krokida et al. (2000) ao trabalharem com maçã. A partir de 300 minutos a temperatura de secagem mais elevada não se traduziu em maior eficiência na redução de umidade.

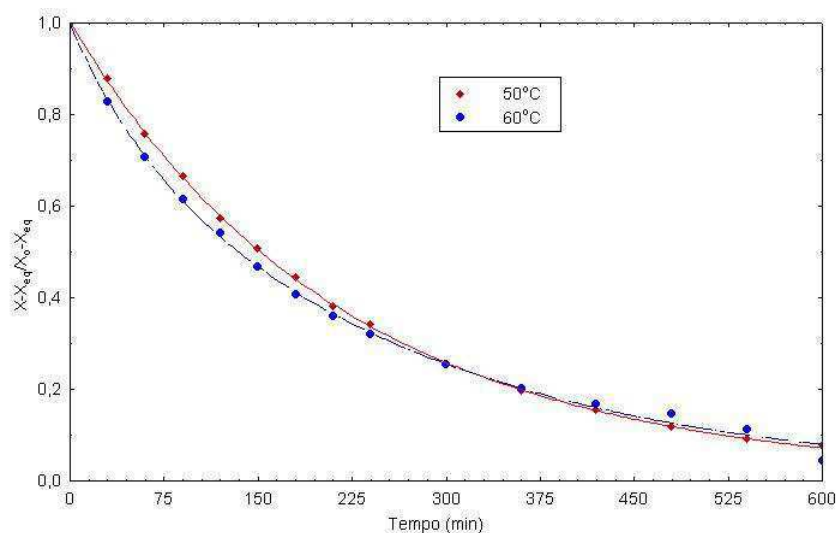


Figura 1. Cinética de secagem de fatias de manga com curvas ajustadas pelo modelo de dois termos.

CONCLUSÕES: A temperatura teve influência na secagem apenas nos primeiros 300 minutos. A partir de 300 minutos o efeito da maior temperatura não resulta em umidades mais baixas. Os modelos utilizados resultaram em ajustes razoáveis aos dados experimentais, podendo representar o processo de secagem de fatias de manga nas condições estudadas.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKPINAR, E. K. Determination of suitable thin layer drying curve model for some vegetables and fruits. **Journal of Food Engineering**, v. 73, n. 1, p.75-84, 2006.
- BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy-atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.
- DAUDIN, J. D. Calcul des cinétiques de séchage par l’air chaud des. **Sci. Aliments**, v. 3, n. 1, p. 1-36, 1983.
- DIAMANTE, L. M.; MUNRO, P. A. Mathematical modelling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. **Solar Energy**, v. 51, n. 4, p. 271–276, 1993.
- DOYMAZ, I. Drying kinetics of white mulberry. **Journal of Food Engineering**, v. 61, n. 3, p. 341–346, 2004.
- FAO – Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT**, 2002. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 21 de maio de 2003.
- FREITAS, J. C. O.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Construção e teste de um secador de meios combinados para secagem de frutas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CNPq/UFCEG, 2004. CD.
- KEEY, R. B. **Drying principles and practices**. Oxford: Pergamon Press, 1972.
- KIRANOUDIS, C. T.; TSAMI, E.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Drying kinetics of some fruits. **Drying Technology**, New York, v. 15, n. 5, p. 1399-1418, 1997.
- KROKIDA, M. K.; KIRANOUDIS, C. T.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS- KOURIS, D. Drying related properties of apple. **DryingTechnology**, New York, v. 18, n. 6, p. 1251-1267, 2000.
- LEWIS, W. K. The rate of drying of solid materials. **Journal of Ind Engineering. Chem.**, v. 5, p. 427-432, 1921.
- LEITE, L. A. S. O agronegócio manga no Nordeste do Brasil. In: CASTRO, A. M. G. **Cadeias produtivas e sistemas naturais: prospecção tecnológica**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 389-438.
- PRADO, M. E. T. **Secagem de tâmaras (*Phoenix dactylifera* L.) para obtenção de tâmara passa**.1998. 89 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SOARES JUNIOR, A. M.; MAIA, A. B. A.; NELSON, D. L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 76-80, 2003.
- TOGRUL, I. T.; PEHLIVAN, D. Mathematical modelling of solar drying of apricots in thin layers. **Journal of Food Engineering**, v. 55, n. 3, p. 209–216, 2002.
- YALDIZ, O.; ERTEKIN, C.; UZUN, H. I. Mathematical modeling of thin layer solar drying of sultana grapes. **Energy**, v. 26, p. 457–465, 2001.