

CINÉTICA DE SECAGEM DA CASCA DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’

P. M. Azoubel¹; E. C. D. A. Evangelista²; S.B. de Oliveira²; Í. R. A. Silva²; A. J. B. Araújo²

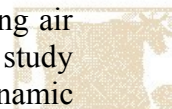
¹Embrapa Semi-Árido- BR 428, km 152- C.P.23- Zona Rural- 56302-970-
Petrolina-PE- Brasil- Telefone: (87) 3862-1711- Fax: (87) 3862-1744- E-mail:
pazoubel@cpatsa.embrapa.br

²CEFET Petrolina- BR 407, km 08- Jardim São Paulo- 56300-000- Petrolina-
PE- Brasil- Telefone: (87) 3863-2330- E-mail: esthefani_cris@yahoo.com.br

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo o estudo da cinética de secagem da casca da manga ‘Tommy Atkins’. O processo foi conduzido em um secador de leito fixo com velocidade do ar de secagem de 3,0 m/s e em três temperaturas diferentes (50, 60 e 70°C). O estudo da cinética de secagem mostrou que o aumento da temperatura favoreceu a transferência de massa, diminuindo a umidade de equilíbrio dinâmico e o tempo de secagem. O modelo de Page obteve melhor ajuste aos dados experimentais da secagem da casca de manga ‘Tommy Atkins’.

PALAVRAS-CHAVE: casca; resíduo; secagem; sub-produtos.

ABSTRACT – The objective of this work was to study the drying kinetics of ‘Tommy Atkins’ mango peel. The process was conducted in a fixed bed dryer with a drying air velocity of 3.0 m/s at three different temperatures (50, 60 e 70°C). The kinetics study showed that a temperature increase favoured the mass transfer, decreasing the dynamic moisture content and the drying time. Page Model gave the best fit to the experimental data.



1. INTRODUÇÃO

Durante o processamento de frutas e hortaliças, os resíduos gerados são descartados no meio ambiente ou utilizados como produtos de baixo valor agregado. Uma alternativa que vem se destacando desde o início da década de 1970 é o aproveitamento de resíduos (principalmente cascas) de certas frutas como matéria-prima para a produção de alimentos possíveis de serem incluídos na alimentação humana (Oliveira *et al.*, 2002).

No caso da manga, em que os resíduos do processamento são o caroço e a casca, que podem representar 35-60% do peso da fruta (Berardini *et al.*, 2005), uma alternativa para a utilização da sua casca seria a obtenção de farelo. Este produto é obtido da moagem da casca da fruta, que passou previamente pelo processo de secagem.

Este trabalho teve como objetivo o estudo da cinética de secagem da casca de manga ‘Tommy Atkins’, avaliando a influência da temperatura no processo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho, foram utilizadas mangas ‘Tommy Atkins’ maduras (teor de sólidos solúveis 11,7° Brix), adquiridas no mercado local (Petrolina, PE). Os frutos foram lavados e descascados manualmente. As cascas foram cortadas em quadrados (1 cm de aresta), utilizando uma faca de aço inoxidável.

A secagem convectiva foi realizada em um secador de leito fixo, em três temperaturas (50, 60 e 70°C) e velocidade do ar de secagem de 3,0 m/s. A pesagem das amostras foi realizada a cada 15 minutos, até que o equilíbrio dinâmico entre a amostra e o ar de secagem fosse alcançado.

O estudo da cinética de secagem convectiva foi realizado a partir dos dados do adimensional de umidade (AD) e da taxa de secagem em função do tempo do processo. Os modelos descritos na Tabela 1 foram utilizados para ajustar os dados experimentais.

Tabela 1. Modelos matemáticos para cinética de secagem

Modelo	Equação	Referências
Exponencial simples	$AD = \exp(-kt)$	Abe e Afzal (1997)
Page	$AD = \exp(-kt^v)$	Karathanos e Belessiotis (1999)
Henderson e Pabis	$AD = a \exp(-kt)$	Henderson e Pabis (1961)
Logaritmo	$AD = a \exp(-kt) + c$	Yaldiz <i>et al.</i> (2001)
Exponencial dois termos	$AD = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$	Ozdemir e Devres (1999)
Wang e Singh	$AD = 1 + at + bt^2$	Wang e Singh (1978)

Onde: k , v , a , b , c , k_0 e k_1 são constantes dos modelos; t é o tempo de secagem (s).

O erro relativo médio (P) foi calculado através da Equação 1 (Lomauro *et al.*, 1995), a fim de avaliar se os modelos utilizados foram ou não preditivos ($P < 10\%$).

$$P = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|V_p - V_o|}{V_o} \quad (1)$$

Onde: P é o desvio relativo médio (%); V_p são os valores preditos pelo modelo; V_o são os valores observados experimentalmente; N é número de pontos experimentais.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os dados de umidade de equilíbrio (X_e) e do tempo de secagem (t_c) para se atingir o equilíbrio dinâmico

para as temperaturas de secagem utilizadas. Observa-se que o aumento da temperatura ocasionou uma diminuição do tempo para que o equilíbrio fosse atingido.

Tabela 2- Valores de umidade (X_e) e tempo de processamento (t_e) para a casca da manga ‘Tommy Atkins’ quando o equilíbrio dinâmico entre a umidade da amostra e a do ar de secagem foi atingido

T (°C)	X_e (g água/ g massa seca)	t_e (min)
50	0,1911	225
60	0,2321	180
70	0,1973	135

A Figura 1 mostra a variação da taxa de secagem em função da umidade da amostra em base seca. Pode-se observar que altas taxas de secagem foram obtidas no início do processo, quando o conteúdo de umidade era maior, sendo que as maiores taxas foram apresentadas quando foram utilizadas temperaturas de secagem mais altas, para um mesmo valor de umidade.

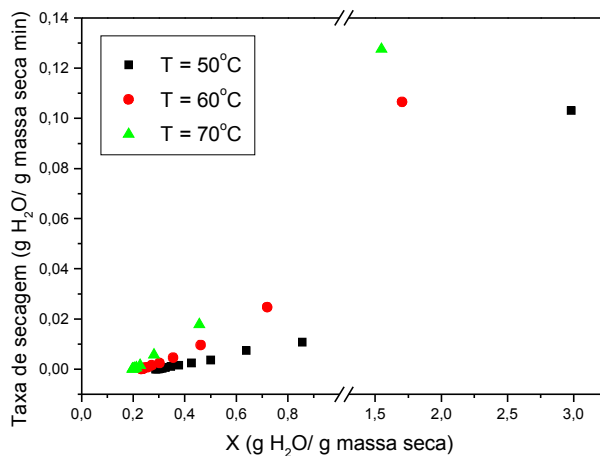


Figura 1- Taxa de secagem da casca de manga

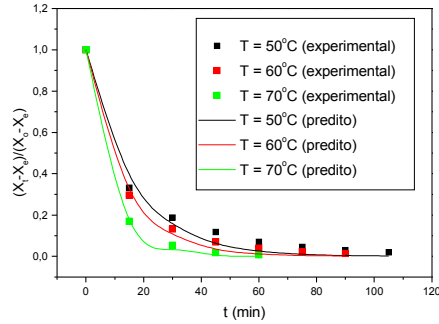
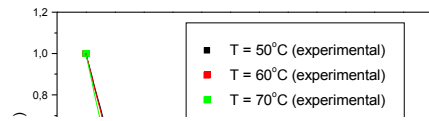
A Tabela 3 apresenta os valores de R^2 e P (%) e a Figura 3 mostra os ajustes dos modelos aos dados experimentais. Verifica-se que o modelo de Page foi o que teve melhor ajuste para as temperaturas estudadas, pois os valores do desvio relativo (P) ficaram abaixo de 10%, enquanto os outros modelos, apesar de apresentarem valores do coeficiente de determinação (R^2) próximos de 1, os valores do erro médio relativo encontrados foram superiores ao sugerido por Lomauro *et al.* (1985). Resultados similares foram encontrados por El-Aouar *et al.* (2003) para o mamão, enquanto Doymaz (2004) observou que os modelos Exponencial de dois termos e o de Wang e Singh foram os que melhor representaram os dados experimentais da secagem de ameixa.

Tabela 3- Valores de R^2 e de P para a modelagem matemática da cinética de secagem da casca de manga ‘Tommy Atkins’

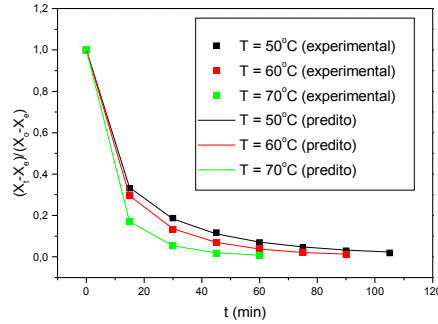
Modelo	T (°C)	R^2	P (%)
Exponencial simples	50	0,9836	50,2928
	60	0,9973	45,9883
	70	0,9989	40,0951



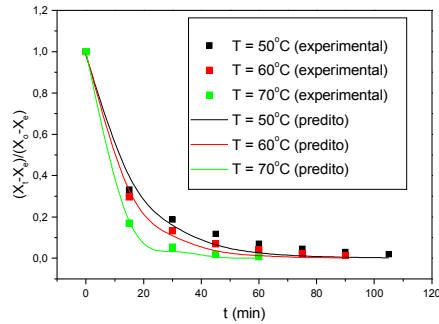
Page	50	0,9999	6,4162
	60	0,9999	2,0449
	70	0,9999	2,7896
Henderson e	50	0,9840	49,5575
Pabis	60	0,9973	45,7598
	70	0,9989	40,0842
Logaritmo	50	0,9937	36,1883
	60	0,9991	31,4332
	70	0,9996	27,4670
Exponencial	50	0,9999	2,1197
dois termos	60	0,9999	1,2230
	70	0,9989	40,0842
Wang e Singh	50	0,8314	158,9222
	60	0,8653	231,5330
	70	0,9184	345,4907



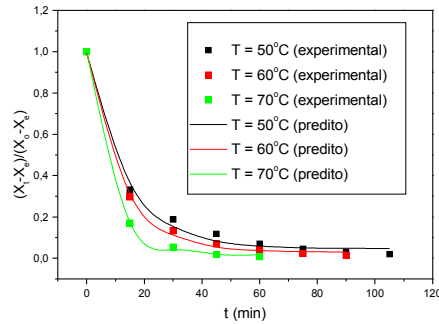
(a)



(b)

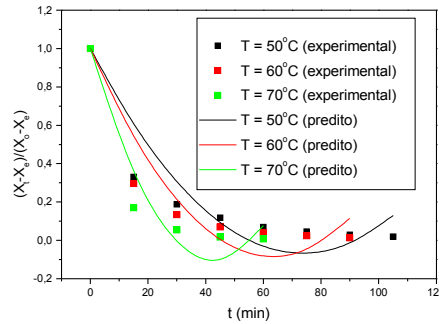


(c)



(d)

(e)



(f)

Figura 3-Ajuste dos dados da cinética de secagem de casca de manga utilizando os modelos: (a) Exponencial simples; (b) Page; (c) Henderson e Pabis; (d) Logarítimo; (e) Exponencial dois termos; (f) Wang e Singh.

4. REFERÊNCIA

Abe, T.; Afzal, T.M. Thin-layer in infrared radiation drying of rough rice, *J. Agric. Eng. Res.*, v. 67, p. 289-297, 1997.

Berardini, N.; Knödler, M.; Schieber, A.; Carle, R. Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics, *Innov. Food Sci. and Emerging Tech.*, v. 6, p. 442-452, 2005.

Doymaz, I. Effect of dipping treatment on air drying of plums, *J. of Food Eng.*, v. 64, p. 465-470, 2004.

El-Aouar, A.A.; Azoubel, P.M.; Murr, F.E.X. Drying kinetics of fresh and osmotically pretreated papaya (*Carica papaya* L.), *J. of Food Eng.*, v. 59, p. 85-91, 2003.

Henderson, S.M.; Pabis, S. Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient, *J. Agric. Res. Eng.*, v. 6, p.169-174, 1961.

Karathanos, V.T.; Belessiotis, V.G. Application of a thin-layer equation to drying data of fresh and semi-dried fruits, *J. Agric. Eng. Res.*, v. 74, p. 355-361, 1999.

Lomauro, C. J.; Bakshi, A. S.; Labuza, T. P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: fruit, vegetable and meat products. *Lebens.-Wiss. und Tech.*, v. 18, p. 112-122, 1985.

Oliveira, L.F. de; Nascimento, M.R.F; Borges, S.V.; Ribeiro, P.C.N.; Ruback, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para a produção de doce em calda, *C&T Alim.*, v. 22, p. 259-262, 2002.

Ozdemir, M.; Devres, Y.O. The thin-layer drying characteristics of hazelnuts during roasting, *J. Food. Eng.*, v. 42, p. 225-233, 1999.

Wang, C.Y.; Singh, R.P. Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying, *ASAE Paper*, p. 78-6505, ASAE, St. Joseph-MI, 1978.

Yaldiz, O.; Ertekin, C.; Uzun, H.I. Mathematical modeling of thin-layer solar drying of sultana grapes, *Energy*, v. 26, p. 457-465, 2001.