

## DESIDRATAÇÃO DE TOMATES EM SECADOR DE BANDEJAS

IVONETE E. PEREIRA<sup>1</sup>, ALEXANDRE J. M. QUEIROZ<sup>2</sup>, ROSSANA M. F. DE FIGUEIRÊDO<sup>2</sup>,  
HOFSKY V. ALEXANDRE<sup>3</sup>, KARLA S. MELO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Mestre em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande – PB, (0XX83)3310.1548, e-mail: ivonete@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, Campina Grande – PB.

<sup>3</sup> Engenheira Agrícola, Doutoranda em Engenharia de Processos, CCT/UFCG, Campina Grande – PB.

<sup>4</sup> Graduando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, CTRN/UFCG, 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:** Estudou-se a desidratação de tomates em secador de bandejas com sistema de aquecimento por lâmpadas incandescentes e auxílio de sílica gel. As lâmpadas, em um total de doze, eram dispostas nas quatro faces internas do secador, sob cada bandeja de amostras. Os tomates foram fatiados e colocados em três bandejas alternadas com outras três bandejas contendo a sílica gel. A secagem foi feita em camada fina nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, determinando-se a cinética de secagem. Para o ajuste matemático dos resultados experimentais foram utilizados os modelos de Henderson, Page e Wang & Singh. O menor tempo de secagem dos tomates foi atingido na temperatura de 70°C. Os modelos de Page, Wang & Singh se ajustaram bem aos resultados experimentais, com coeficientes de determinação ( $R^2$ ) de cerca de 0,99.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Lycopersicum esculentum* Mill, secador de bandejas, camada fina.

## DEHYDRATION OF TOMATOES IN TRAY DRYER

**ABSTRACT:** Dehydration of tomatoes in tray dryer with incandescent lamps heating system and aid of silica gel was studied. The lamps, in a total of twelve, were installed in the four internal faces of the dryer, under each tray of samples. The tomatoes were sliced and put in three alternate trays with other three trays containing the silica gel. The drying was made in thin layer in temperatures of 50, 60 and 70°C, and the drying kinetics was determined. For mathematical fitting of the experimental results the Henderson, Page and Wang & Singh models were used. The smallest time of drying was reached in the temperature of 70°C. Page and Wang & Singh models were well fitted to the experimental data, with determination coefficients ( $R^2$ ) about 0.99.

**KEYWORDS:** *Lycopersicum esculentum* Mill, tray dryer, thin layer

**INTRODUÇÃO:** De acordo com Fioreze (2004) secagem é a remoção, voluntária ou não, total ou parcial, de uma fase líquida ou gasosa de qualquer material, envolvendo exclusivamente a transferência de calor e massa. Na cinética de secagem de frutas a temperatura do ar é o parâmetro de maior influência na taxa de secagem (Prado et al., 2000), e a velocidade do ar de secagem exerce pequeno efeito sobre as curvas de secagem. Durante a secagem de qualquer alimento, incluindo-se o tomate, deve-se atentar para a manutenção da qualidade do produto, como o sabor, a textura, o valor nutritivo e, em especial, para a cor, que é a característica de maior apelo ao consumidor (Romero-Peña & Kieckbusch, 2003). Este trabalho teve como objetivo estudar a cinética de secagem das fatias de tomate da cultivar SM 16 em um secador aquecido por lâmpadas incandescentes e com auxílio de sílica gel, nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A etapa experimental foi conduzida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia

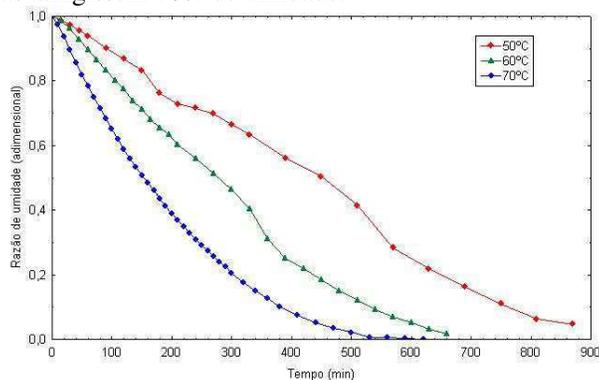
Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande. Utilizaram-se frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), cultivar SM 16, adquiridos junto aos pontos de comercialização da CEASA, em Campina Grande, PB. A seleção dos frutos foi feita manualmente, com o objetivo de separar os tomates maduros dos frutos deteriorados e verdes. Em seguida, os frutos maduros foram lavados para retirada das impurezas; logo após, foram imersos em solução de hipoclorito de sódio (50ppm) durante 15 minutos para, em seguida, serem enxaguados com água potável. Foram postos para escorrer o excesso de água em temperatura ambiente e cortados ao meio no sentido transversal, retirando-se as sementes. Realizou-se a secagem em secador de bandejas cuja estrutura interna era formada de seis bandejas, sendo três para colocação de sílica gel e as outras três para colocação das amostras. O aquecimento do secador era provido por lâmpadas de 100W instaladas entre as bandejas, nas quais as luminosidades eram ajustadas por dimmers, de modo a possibilitar o controle do aquecimento das bandejas. A descrição detalhada do secador pode ser vista em Freitas et al. (2004). Em cada bandeja eram colocadas quatro fatias do tomate, as quais eram pesadas em intervalos de 10, 15, 20, 30 minutos e 1 hora, durante o processo, até peso constante. Obtiveram-se as curvas de cinética de secagem em três diferentes temperaturas, 50, 60 e 70°C. Para o ajuste matemático das curvas de cinética de secagem em camada fina do tomate, utilizaram-se os modelos de Henderson (1974), Page (1949) e Wang & Singh (1978), descritos na tabela 1, aplicados com o programa computacional STATISTICA versão 5.0.

**Tabela 1.** Modelos matemáticos aplicados nas curvas de cinética de secagem do tomate

Modelo	Equação
Henderson	$RU = Ae^{-Bt} + Ce^{-Dt}$
Page	$RU = e^{-Kt^n}$
Wang & Singh	$RU = 1 + At + Bt^2$

em que: RU - razão de umidade (adimensional); A, B, C, D, K, n - constantes dos modelos; t - tempo (min)

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Na Figura 1 são apresentados os pontos experimentais da secagem das amostras de tomate nas temperaturas de 50, 60 e 70°C na forma do adimensional de umidade em função do tempo. Nota-se que o conjunto de pontos referente à temperatura de 70°C demonstra redução na razão de umidade mais acentuada que a curva representando 60°C, que por sua vez demonstra redução mais rápida que a curva referente a 50°C, indicando a influência da temperatura sobre as velocidades em que transcorreram as secagens. Na temperatura de 50°C a secagem foi realizada durante cerca de 15 horas, a 60°C, 12 horas e a 70°C, 11 horas, ou seja, uma diferença na temperatura de secagem de 20°C reduziu o tempo de secagem em aproximadamente 27%. Vários pesquisadores consideram a temperatura o parâmetro que exerce maior influência na cinética de secagem de alimentos (Moura, 2001). Ao secarem tomates partidos ao meio em secador de bandejas a 80°C, com fluxo de ar de 1,5 m/s, Zanoni et al. (1999) relataram um tempo de aproximadamente 7 horas para que as amostras atingissem 10% de umidade.



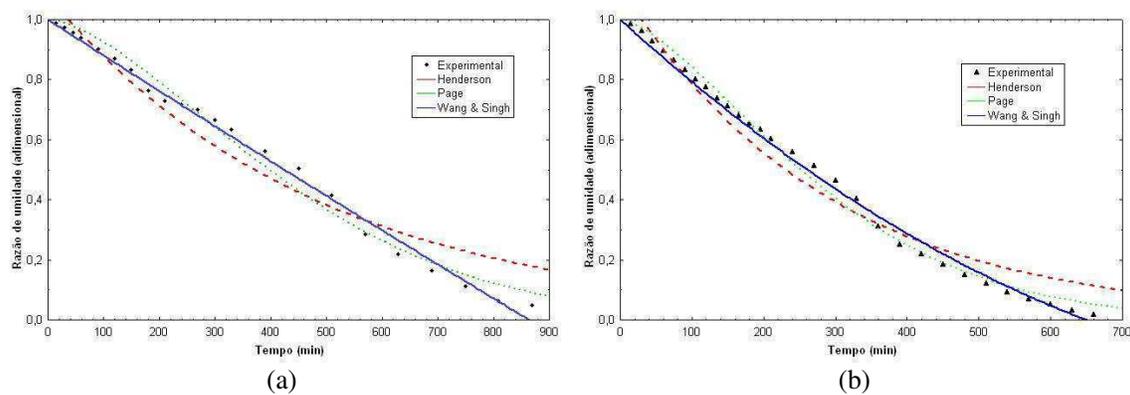
**Figura 1.** Curvas de secagem de tomate para temperaturas de 50, 60 e 70°C

Na Tabela 2 encontram-se os parâmetros dos modelos de Page, Wang & Sing e Henderson, ajustados aos dados experimentais de secagem do tomate nas diferentes temperaturas, e os respectivos coeficientes de determinação ( $R^2$ ). O modelo de Henderson se ajustou razoavelmente aos dados experimentais das secagens, com os coeficientes de determinação apresentando um valor mínimo de 0,94, podendo ser usado na predição da cinética de secagem de tomate. O modelo de Page representou ajustes melhores com todos os  $R^2$  em torno de 0,99. O modelo de Wang & Sing apresentou os maiores  $R^2$ , superando o ajuste obtido como o modelo de Page, ao contrário dos resultados relatados por Doymaz (2005) ao utilizar os modelos de Wang & Sing no estudo de secagem de figo, onde obteve valores de  $R^2$  de 0,9512 e 0,9912, respectivamente. Verifica-se que o parâmetro K da equação de Page apresentou aumento com o aumento da temperatura, o que também foi constatado por Silva et al. (2004) ao determinarem a cinética de secagem de cajá em fatias em secador de bandejas nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. De acordo com Azzouz et al. (1998) o parâmetro n possui efeito de moderação do tempo e corrige os possíveis erros resultantes ao não se levar em conta a resistência interna para a transferência de umidade. Os parâmetros A, em valores absolutos, e B, da equação de Wang & Sing aumentaram com o aumento da temperatura. Os valores de A determinados por Doymaz (2005) para figo, e por Jain & Pathare (2004) para cebola, também resultaram em valores negativos. Os parâmetros A e C do modelo de Henderson não demonstraram sofrer influência com o aumento da temperatura. Com relação aos parâmetros B e D observam-se aumentos com o aumento da temperatura entre 50 e 70°C.

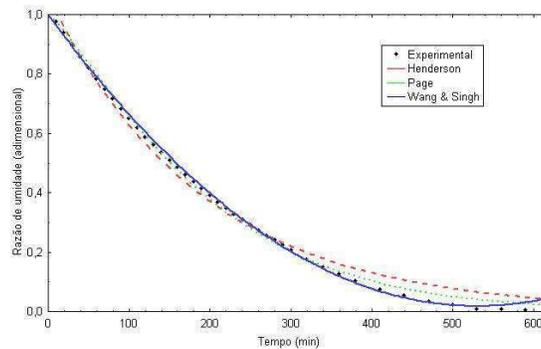
**Tabela 2** - Parâmetros dos modelos de Page, Wang & Sing e Henderson e coeficientes de determinação ( $R^2$ )

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetro			$R^2$		
		K	n				
Page	50	0,000052	1,058695		0,9862		
	60	0,000166	1,507602		0,9940		
	70	0,001475	1,225495		0,9975		
Wang & Sing		Temperatura (°C)	A	B	$R^2$		
	50		-0,001196	0,000000	0,9942		
	60		-0,002169	0,000001	0,9944		
	70		-0,003707	0,000030	0,9988		
Henderson		Temperatura (°C)	A	B	C	D	$R^2$
	50		0,539789	0,0021	0,53789	0,002073	0,9466
	60		0,549957	0,0035	0,56047	0,003458	0,9644
	70		0,531088	0,0053	0,53109	0,005251	0,9899

Na Figura 2 e 3 apresentam-se os dados experimentais das secagens de tomate nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, ajustadas pelos modelos de Henderson, Page e Wang & Sing. Nas três figuras é possível identificar a melhor aproximação dos conjuntos de pontos pela curva gerada a partir do modelo de Wang & Sing, alcançando maior precisão no ajuste dos pontos correspondentes a 70°C.



**Figura 2** - Curvas de secagem de tomate a 50°C (a) e 60°C (b) ajustadas pelo modelo de Henderson, Page e Wang & Sing



**Figura 3** - Curvas de secagem de tomate a 70°C, ajustadas pelo modelo de Henderson, Page e Wang & Sing

**CONCLUSÕES:** A secagem dos tomates em fatias foi concluída entre 11 e 15 horas entre as temperatura de 70° e 50°C. O modelo de Wang & Sing foi o que melhor representou a cinética de secagem das amostras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZOUZ, S.; JOMAA, W.; BELGHITH, A. Drying kinect equation of single layer of grapes. In: INTERNACIONAL DRYING SYMPOSIUM, 11, 1998, Halkidiki, Greece. **Proceedings...Greece**: A. S. Mujumdar, 1998. v. B., p.988-997.
- DOYMAZ, I. Sun drying of figs: an experimental study. **Journal of Food Engineering**, v. 71, n. 4, p. 403-407, 2005.
- FIGIOREZE, R. **Princípios de secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2004. 229 p.
- 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.
- HENDERSON, S. M. Progress in developing the thin layer drying equation. **Transactions of the ASAE**, p. 1167-1172. 1974.
- JAIN, D.; PATHARE, P.B. Selection and evaluation of thin layer drying models for infrared radiative and convective drying of onion slices. **Biosystems Engineering**, v. 89, n. 3, p. 289-296, 2004.
- MOURA, R. S. F. de. **Estudo da cinética de secagem de caju (*Anacardium occidentale L.*) em secador de leito fixo**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- PAGE, G. E. **Factores influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer**. MSc. Thesis, USA. Purdue University, Indiana, 1949.
- PRADO, M. E. T. et al. Influência do hipoclorito de sódio sobre a qualidade de abacaxis minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2000. 5p.
- ROMERO-PEÑA, L. M.; KIECKBUSCH, T. G. Influência de condições de secagem na qualidade de fatias de tomate. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 1, p. 69-76, 2003.
- SILVA, C. V.; BARBOSA, C. P. I.; PAULA, M. L.; COELHO, N. R. A. Obtenção e caracterização físico-química do pó de tomate. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBCTA, 2004. CD.
- WANG, C. Y.; SINGH, R. P. A single layer drying equation for rough rice. **ASAE Paper**, n. 3001, 1978.
- ZANONI, B.; PERI, C.; NANI, R.; LAVELLI, V. Oxidative heat damage to tomato halves as affected by drying. **Food Research International**, v. 31, n. 5, p. 395-401, 1999.