

CINÉTICA DE SECAGEM DE FATIAS DE ABACAXI TRATADAS COM PRESERVANTES

KARLA S. MELO¹, ROSSANA M. F. FIGUEIRÊDO², ALEXANDRE J. M. QUEIROZ², JEAN CARLOS DE O. FREITAS³

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, PIBIC/CNPq, CTRN/UFG, Campina Grande - PB, (0XX83) 3310.1548, e-mail: karlamelo@terra.com.br.

² Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, CTRN/UFG, Campina Grande - PB.

³ Graduando em Engenharia Civil, Unidade Acadêmica de Engenharia Civil, CCT/UFG, 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: Avaliou-se a influência de pré-tratamentos na cinética de secagem de fatias de abacaxi. Os tratamentos foram feitos por imersão das fatias em soluções de ácido cítrico, ácido ascórbico, cloreto de cálcio e água destilada e a secagem foi realizada em estufa com circulação de ar a 70°C. Os modelos matemáticos de Lewis, Page e Henderson & Pabis foram ajustados aos dados experimentais. Todos os tratamentos reduziram o tempo de secagem em relação à testemunha (água destilada), com destaque para o tratamento com cloreto de cálcio. Nota-se que os modelos estudados se ajustaram bem aos dados experimentais, podendo ser aplicados na predição da secagem de abacaxi em fatias, e o modelo de Page resultou o melhor ajuste.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas comosus*, desidratação, modelos matemáticos, frutas.

DRYING KINETICS OF PINEAPPLE SLICES TREATED WITH CHEMICAL AGENTS

ABSTRACT: The influence of treatments in the drying kinetics of pineapple slices was evaluated. The treatment consisted in the immersion of pineapple slices in citric acid, ascorbic acid, calcium chloride solutions and distilled water, and the samples were dehydrated in a oven with air circulation at 70°C. The experimental data were fitted using the models of Lewis, Page and Henderson & Pabis. All of the treatments reduced the time of drying in relation to the control (distilled water), with prominence for the calcium chloride treatment. It is noticed that the studied models well fitted to the experimental data, could be applied in prediction of pineapple drying in slices, and Page model resulted the best fitting.

KEYWORDS: *Ananas comosus*, dehydration, mathematical models, fruits.

INTRODUÇÃO: De acordo com dados da FAO (2004) o Brasil ocupou no ano de 2004 o terceiro lugar na lista dos maiores produtores de abacaxi do mundo, perdendo apenas para a Tailândia e Filipinas. O Brasil se destaca entre os países em desenvolvimento por ter a maior produção de frutas, a qual está concentrada em um pequeno número de espécies, cultivadas e processadas em larga escala (Brunini et al., 2002). Segundo dados do Agrianual (2005), a produção de abacaxi durante o ano de 2003 foi de 2.890.600 toneladas. A região Sudeste destaca-se como a principal produtora, seguida pelas regiões Nordeste e Norte. Os principais Estados produtores são Minas Gerais, Paraíba, Pará e São Paulo. A cultivar *Smooth cayenne* é a mais conhecida e cultivada mundialmente dada sua qualidade e aceitação comercial, mas a cv. Pérola é considerada a principal variedade cultivada no Brasil (Giacomelli, 1982). Estas cultivares lideram o mercado brasileiro, sendo a preferência nacional diferente de acordo com a região consumidora (Gonçalves & Carvalho, 2000). Além da utilização *in*

natura o abacaxi se presta aos mais diversos tipos de processamento, mantendo e em certos casos até melhorando características naturais como o teor de sólidos solúveis (°Brix). Neste caso específico se inclui a secagem, que embora tenha geralmente como primeira finalidade o aumento da vida útil, pode produzir alterações interessantes na matéria-prima. A secagem é apontada como um dos procedimentos mais importantes para a diminuição da atividade de água (a_w), favorecendo o transporte e a manipulação do produto, além de prolongar sua vida-de-prateleira (Gabas, 1998). Este trabalho foi realizado com o objetivo de se avaliar a influência das soluções de ácido cítrico a 1%, ácido ascórbico a 1%, cloreto de cálcio a 1% e água destilada, na cinética de secagem de fatias de abacaxi cv. Pérola, desidratadas em estufa a 70°C.

MATERIAL E MÉTODOS: Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande – PB. Foram utilizados abacaxis, em estágio de maturação meio maduro. As amostras foram selecionadas, lavadas e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio (200ppm). Posteriormente, foram descascadas manualmente com faca de aço inoxidável e cortadas em fatias de 1,0 cm de espessura, retirando-se o cilindro central. As fatias de abacaxi foram imersas em diferentes tipos de soluções à temperatura de 5°C durante 4 minutos: Tratamento 1 - água destilada (testemunha); Tratamento 2 – solução de ácido cítrico a 1%; Tratamento 3 – solução de ácido ascórbico a 1%; e Tratamento 4 – solução de cloreto de cálcio a 1%. Depois da imersão as fatias eram colocadas em peneiras para a drenagem do excesso da solução. Em seguida, as fatias foram desidratadas em estufa com circulação forçada de ar a 70°C. Durante a secagem as amostras eram pesadas em intervalos de tempo de 10 minutos no início e de 20 minutos no final do processo, até as amostras atingirem peso constante. Com os dados experimentais da secagem foram calculados os valores da razão de umidade (Eq. 1) e construídas as curvas de cinética de secagem. Os modelos matemáticos de Lewis, Page e Henderson & Pabis, descritos na Tabela 1, foram ajustados às curvas experimentais de secagem utilizando-se o programa computacional STATISTICA versão 5.0. Para se determinar o melhor ajuste de cada equação aos dados experimentais foram utilizados os coeficientes de determinação (R^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)

Tabela 1 - Modelos matemáticos aplicados às curvas de secagem

Modelo	Equação	Referência
Lewis	$RU = \exp(-Kt)$	Lewis (1921)
Page	$RU = \exp(-Kt^n)$	Diamante & Munro (1993)
Henderson & Pabis	$RU = a \exp(-Kt)$	Akpınar et al. (2006)

RU – razão de umidade (b.s.); t – tempo (min); a, K, e n – parâmetros dos modelos

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na figura 1 são apresentadas as curvas de secagem, representadas pela razão de umidade em função do tempo de secagem, a 70°C das fatias de abacaxi para os Tratamentos 1, 2, 3 e 4. Observa-se que todas as curvas inicialmente apresentam uma perda de água rápida (até aproximadamente 150 min). Posteriormente a perda de água se torna mais lenta (dos 150 aos 300 min) até se obter peso constante (300 min). Nota-se que o Tratamento 1 apresentou a perda de

água mais lenta quando comparado com os outros tratamentos e o Tratamento 4 apresentou a perda de água mais rápida. O Tratamento 3 apresentou uma curva até os 100 minutos semelhante a do Tratamento 1, e depois se assemelha a do Tratamento 2 dos 200 minutos até o final. Nota-se que a curva do Tratamento 2 até os 200 minutos é uma curva intermediária quando comparada com os Tratamentos 3 e 4. O Tempo de secagem para todos os tratamentos foi de 500 min (8 h e 20 min.). As soluções dos tratamentos utilizadas nas fatias de abacaxi aceleraram o processo de secagem, dentre as quais a solução de cloreto de cálcio (Tratamento 4) se destacou, resultando no tratamento no qual a secagem foi mais rápida, seguida pela solução de ácido cítrico (Tratamento 2) e pela solução de ácido ascórbico (Tratamento 3), ficando a amostra do Tratamento 1 (testemunha) com o maior tempo de secagem.

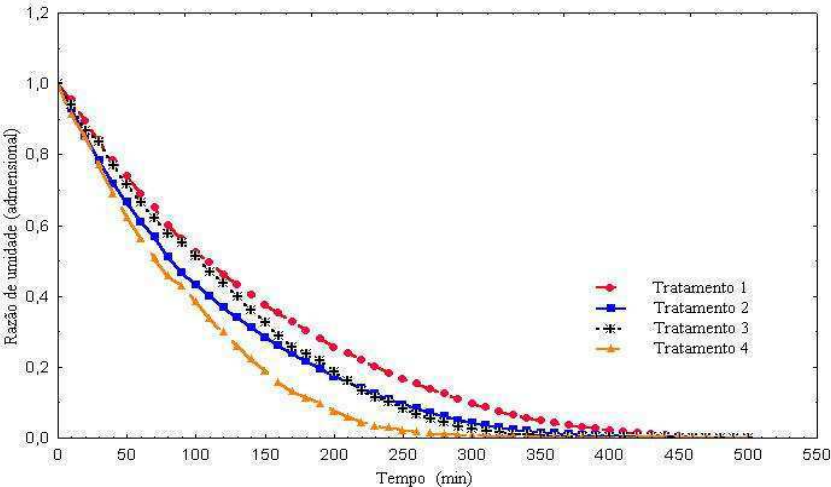


Figura 1. Curvas de secagem a 70°C das fatias de abacaxi para os quatro tratamentos.

Na Tabela 1 são apresentados os valores estimados dos parâmetros dos modelos de Lewis, Page e Henderson & Pabis para cada tratamento estudado, bem como os coeficientes de determinação (R^2). Pelos valores dos coeficientes de determinação verifica-se que dentre os modelos testados o modelo de Page foi o que apresentou os melhores ajustes, com R^2 acima de 0,99 em todos os tratamentos. O modelo de Henderson & Pabis apresentou valores de R^2 superiores ao do modelo de Lewis. Coeficientes de determinação acima 0,99 também foram encontrados por Babalis et al. (2006) ao determinarem a cinética de secagem do figo.

Tabela 1. Parâmetros e coeficientes de determinação (R^2) dos modelos ajustados as curvas de secagem dos Tratamentos 1, 2, 3 e 4

Modelo	Tratamento	Parâmetros		R^2
		K	n	
Page	1	0,00280	1,16351	0,9962
	2	0,00501	1,12371	0,9976
	3	0,00162	1,31145	0,9947
	4	0,00347	1,23772	0,9971
Henderson & Pabis	Tratamento	a	K	R^2
	1	1,04668	0,00687	0,9910
	2	1,03429	0,00952	0,9949
	3	1,08214	0,00841	0,9805
	4	1,06292	0,01140	0,9892
Lewis	Tratamento	K		R^2
	1	0,00658		0,9888
	2	0,00922		0,9939
	3	0,00782		0,9739
	4	0,01079		0,9858

Na figura 2 apresentam-se as curvas da cinética de secagem para os quatro tratamentos, ajustadas pelo modelo matemático de Page. Os resultados encontrados neste trabalho mostram que o modelo de Page foi escolhido por ter sido o que apresentou melhores ajustes aos dados experimentais de secagem, o que também foi observado por SOUSA et al. (2000) ao trabalharem com secagem de umbu nas temperaturas de 70, 80 e 90°C, estes encontraram um valor para o coeficiente de determinação (R^2) de 0,995.

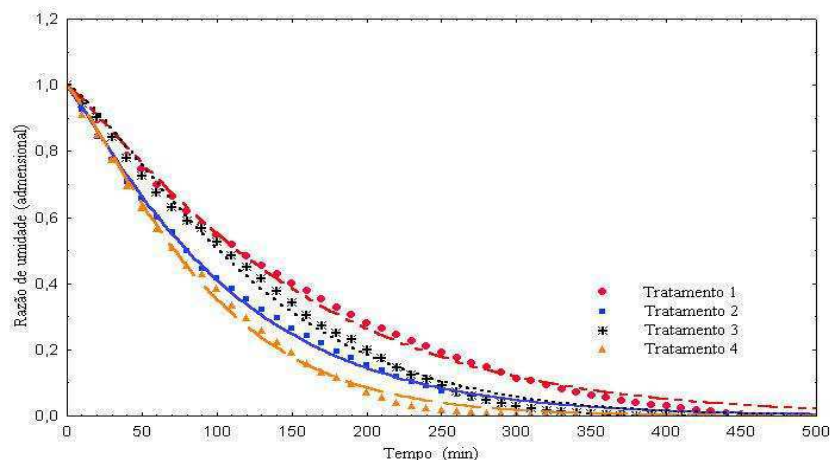


Figura 2. Curvas de secagem a 70°C das fatias de abacaxi para os quatro tratamentos ajustados pelo modelo de Lewis.

CONCLUSÕES: O tipo de pré-tratamento influenciou a desidratação do abacaxi fatiado, reduzindo o tempo de secagem em relação à testemunha, em particular para o tratamento com cloreto de cálcio. O modelo de Page foi o que melhor se ajustou as curvas experimentais da cinética de secagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Agroinformativos, 2005. 174 p.
- AKPINAR, E. K.; BICER, Y.; CETINKAYA, F. Modelling of thin layer drying of parsley leaves in a convective dryer and under open sun. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 3, p.308-315, 2006.
- BABALIS, S. J.; et al. Evaluation of thin-layer drying models for describing drying kinetics of figs (*Ficus carica*). **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 2, p. 205–214, 2006.
- BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy-atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.
- 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.
- FAO. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT, 2004. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 13 out. 2005.
- GABAS, A. L. **Secagem de uva Itália em leito fixo**. 1998. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- GIACOMELLI, E. J. **Expansão da abacaxicultura no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 79p.
- GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V.D. Características da fruta. In: GONÇALVES, N.B. **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento/Embrapa, 2000. cap. 2, p. 13-27.
- LEWIS, W. K. The rate of drying of solid materials. **Journal of Ind. Engineering. Chem.**, v. 5, p. 427-432, 1921.
- SOUSA, S. et al. Drying curves of umbu fruits with osmotic pre-drying. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 2, p. 33-38, 2000.