

ESTUDO DA TRANSFERÊNCIA DE MASSA DURANTE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE BANANA PACOVAN

RENATA DUARTE ALMEIDA¹; TACIANO PESSOA²; MARIA ELITA MARTINS DUARTE³; MARIO EDUARDO MOUREIRA RANGEL CALVALCANTI MATA⁴; KARLA CAROLYNE LIRA FERNANDES⁵

¹Doutoranda em Engenharia de Processos CCT/UFCG, Campina Grande-PB, renatadual@yahoo.com.br

²Dr. Prof. Engenharia de Alimentos CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, taciano.pessoa@gmail.com

³Dr^a, Prof^a. Titular Engenharia de Alimentos CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, melitamd@gmail.com

⁴Dr. Prof. Titular Engenharia de Alimentos CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, mcavalcantimata@gmail.com

⁵Aluna de Engenharia de Alimentos CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, karlacarolyne92@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016

29 de agosto a 2 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: O trabalho teve como objetivo realizar a cinética dos processos de desidratação osmótica da banana Pacovan nas temperaturas de 50, 60 e 70°C na concentração de sacarose a 40oBrix e verificar entre os modelos matemáticos de Fick e Cavalcanti Mata, o qual melhor se ajusta aos dados experimentais. Acompanhou-se a perda de água, perda de massa e ganho de sólidos, em intervalos a cada pesagem das amostras, totalizando 5 horas de osmose. Assim concluiu-se que, observa-se que os modelos matemáticos aplicados se mostraram adequados para a predição das curvas, entretanto o modelo de Fick se ajusta melhor aos dados experimentais, nas temperaturas de desidratação a 50, 60 e 70°C, respectivamente. A difusividade aumenta com o aumento da temperatura e os parâmetros do modelo de Cavalcanti Mata apresentaram oscilações nos valores com o aumento da temperatura em todos os parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: *Musa spp.*, difusividade, desidratação osmótica.

MASS TRANSFER OF STUDY DURING OSMOTIC DEHYDRATION OF BANANA PACOVAN

ABSTRACT: The study aimed to carry out the kinetics of osmotic dehydration process of Pacovan banana at temperatures of 50, 60 and 70°C in the concentration of sucrose 40°Brix and check between the mathematical models of Fick and Cavalcanti Mata which best fits the experimental data . Tracked to water loss, weight loss and gain of solids in intervals every weighing of samples, totaling 5 hours by reverse osmosis. Thus it was concluded that, notes that the applied mathematical models were suitable for the prediction of the curves, however Fick model best fits the experimental data, the dehydration temperatures of 50, 60 and 70°C respectively. The diffusivity increases with increasing temperature and the parameters of the model presented Cavalcanti Mata fluctuations in the values with increasing temperature for all parameters.

KEYWORDS: *Musa spp.*, Diffusivity, osmotic dehydration.

INTRODUÇÃO

A boa aceitação da banana se deve aos seus aspectos sensoriais e ao alto valor nutritivo, rica em açúcares e sais minerais, principalmente cálcio, fósforo, ferro e potássio, e vitaminas A, B1, B2 e C, além de sua disponibilidade durante todo o ano, a banana brasileira é cultivada em grande parte do país devido ao clima e à natureza favoráveis.

A banana Pacovan é resultante de uma mutação da Prata, possui porte alto (6 a 7 m) com cachos cônicos, com peso de 16 kg e 7,5 pencas, em média; os frutos são grandes, com quinças salientes (mesmo quando maduros) e casca grossa pesando, em média, 122 g e apresentam sabor menos intenso que a banana prata (LEITE, 2001).

Por se tratar de uma fruta perecível e que se deteriora rapidamente após colheita, é necessário a aplicação de uma tecnologia apropriada para preservar parte da produção que não será rapidamente consumida ou cujos frutos serão exportados (PEREIRA, et al. 2006).

A conservação dos aspectos nutricionais e funcionais está diretamente relacionada à diminuição do teor de água e ao conseqüente aumento na concentração dos nutrientes. Desta forma, as operações de desidratação têm sido usadas, há décadas em indústrias de processamento de alimentos para uma eficiente preservação, sua vantagem é incorporar solutos e retirar a água do alimento criando um meio desfavorável às reações enzimáticas e ao crescimento biológico.

Considerando todos os fatores citados e segundo TORREGGIANI & BERTOL (2001), é possível afirmar que a desidratação osmótica é uma alternativa para o aproveitamento do excesso de produção, além de possibilitar o consumo do produto nos períodos de entressafra desde que a técnica seja adaptada ao uso para processamento em pequena escala; com isto será possível, então, obter produtos de alta qualidade e de alto valor agregado, valorizando a produção da agricultura familiar.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi realizar a cinética dos processos de desidratação osmótica da banana Pacovan nas temperaturas de 50, 60 e 70°C na concentração de sacarose a 40°Brix e verificar entre os modelos matemáticos de Fick e Cavalcanti Mata, o qual melhor se ajusta aos dados experimentais.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Medidas Físicas, do Departamento de Engenharia de Alimentos do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Para a desidratação osmótica, as bananas foram pré-selecionadas de acordo com seu tamanho, higienizadas e cortadas em fatias originando formato de placas planas circulares de 10 mm de espessura.

Obtiveram-se as soluções osmóticas misturando-se açúcar cristalizado granulado e água destilada até atingir o teor de sólido solúvel a 40°Brix, em que a aferição do °Brix era realizada por meio de um refratômetro manual. O cálculo da quantidade de solução foi feita de forma a manter a proporção *Massa de fruto : Massa de solução* em 1:8. Os frutos foram imersos na solução de sacarose e mantidas em estufa sem circulação forçada de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, durante todo o tempo de desidratação osmótica, em que, após testes iniciais, se optou por 5 horas.

Acompanhou-se a perda de água, perda de massa e ganho de sólidos periodicamente, em intervalos a cada pesagem das amostras, essas eram retiradas da solução e colocadas em um papel absorvente para retirada do excesso de solução osmótica, sendo, em seguida, pesada e devolvida ao recipiente que contém a solução osmótica, totalizando 5 horas de osmose para a banana semimadura.

Os dados de desidratação osmótica foram obtidos por análise de regressão não linear pelo método numérico QuasiNewton, a partir do software Statistica 8.0 para os modelos difusional de Fick considerando quatro termos da série, as quais apresentaram melhores ajustes aos dados experimentais e Cavalcanti Mata, representadas pelas Equações 01 e 02.

$$RX = \frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[-(2n+1)^2 \pi^2 D_{ef} \frac{t}{4l^2} \right] \quad (01)$$

$$RX = a_1 \exp(-a_2 t a_3) + a_4 \exp(-a_2 t a_5) + a_6 \quad (02)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cinética de desidratação osmótica – aplicação de modelos matemáticos

Nas Figuras 01 e 02, se encontram as curvas de ajuste aos dados experimentais de desidratação osmótica de banana Pacovan, segundo modelo de Fick e Cavalcanti Mata.

Figura 01. Dados de razão de teor de água em função do tempo para desidratação osmótica na concentração de sacarose a 40°Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, segundo ajuste pelo modelo de Fick

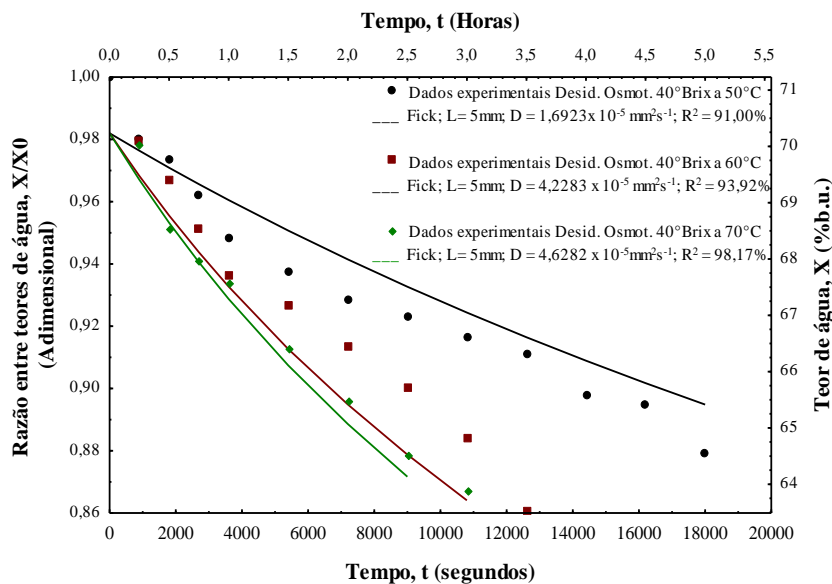
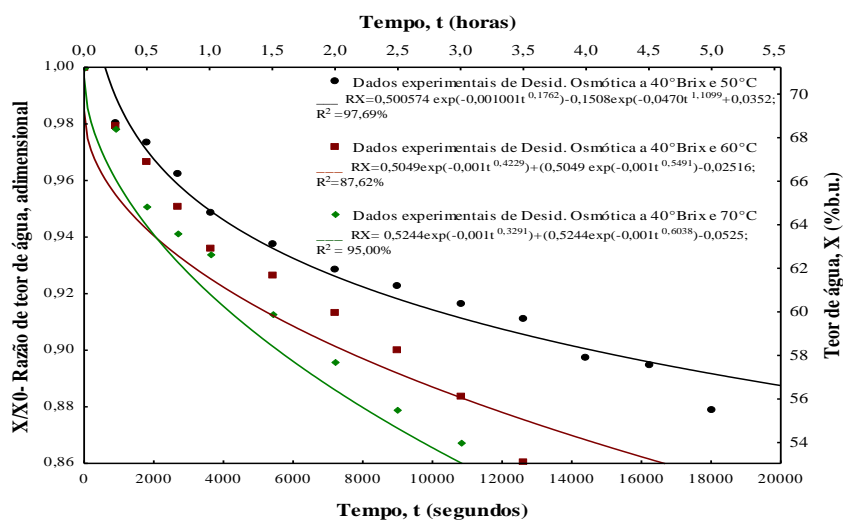


Figura 02. Dados de razão de teor de água em função do tempo para desidratação osmótica na concentração de sacarose a 40°Brix e secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, segundo ajuste pelo modelo de Cavalcanti Mata.



Para a análise da cinética e desidratação osmótica foram ajustados os modelos de Fick e Cavalcanti Mata, aos dados experimentais.

Na Tabela 01, encontram-se os coeficientes de difusão estimados pela equação de Fick, os parâmetros do modelo de Cavalcanti Mata e coeficientes de determinação (R^2), para desidratação osmótica de banana Pacovan na concentração de sacarose a 40°Brix e temperaturas de 50, 60 e 70°C, considerando-se a banana uma placa plana circular de 10 mm de espessura.

Tabela 01. Coeficientes de difusão estimados pela equação de Fick, parâmetros do modelo de Cavalcanti Mata e coeficientes de determinação (R^2).

Modelo de Fick							
Parâmetros							
T (°C)	Coef. de difusão (mm².s⁻¹)		Coef. de difusão (m².s⁻¹)		R²(%)		
50	1,69225x10 ⁻⁵		1,69225x10 ⁻¹¹		97,00		
60	4,22829 x10 ⁻⁵		4,22829 x10 ⁻¹¹		93,92		
70	4,62822 x10 ⁻⁵		4,62822 x10 ⁻¹¹		98,17		
Modelo de Cavalcanti Mata							
Parâmetros							
T (°C)	a1	a2	a3	a4	a5	a6	R²(%)
50	0,500574	0,001001	0,176229	-0,150823	1,109860	0,035224	95,69
60	0,504906	0,001000	0,422875	0,504906	0,549063	-0,025156	87,62
70	0,524438	0,001000	0,329125	0,524438	0,603750	-0,052500	95,43

Fonte: Autores da pesquisa

Comparando os coeficientes de determinação (R^2), observa-se que os modelos matemáticos aplicados se mostraram adequados para a predição das curvas, entretanto o modelo matemático de Fick se ajusta melhor aos dados experimentais, pois seus valores variaram entre 91,00% a 98,17%, enquanto que, para o Modelo matemático proposto por Cavalcanti Mata para expressar a curva de desidratação da banana variou entre 87,62% e 95,69%.

Verifica-se ainda, que no modelo de Fick o coeficiente de difusão na desidratação osmótica de bananas aumenta com o aumento da temperatura, indicando uma variação de $1,69225 \times 10^{-11}$ a $4,62822 \times 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. De acordo com Mercali et al. (2011) no estudo da transferência de massa durante a desidratação osmótica de mirtilo, encontrou um comportamento semelhante, onde a difusividade aumenta com o aumento da temperatura.

Os coeficientes de difusão apresentados pelo modelo de Fick, são menores que os de Nguyen & Price (2007) que, estudando a secagem da banana nas temperaturas de 50 a 70°C, encontraram valores para difusividade efetiva entre 3,2 a $7,8 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ para amostras com 10 mm de espessura. Já Duarte et al. (2012), estudaram a difusão na desidratação osmótica de fatias de jaca e verificaram valores da difusividade de $9,73 \times 10^{-9}$ e $11,1 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ nas concentrações de sacarose de 40 e 50°Brix a temperatura de desidratação de 80°C durante 43 horas, considerando que os autores trabalharam com o modelo matemático de Fick com nove termos da série

Observando os parâmetros do modelo de Cavalcanti Mata percebe-se que o coeficiente a1 está todos em torno 0,5 e com tendência a um leve aumento de acordo com a temperatura, já o coeficiente a2, em todas as temperaturas, apresentaram valores praticamente constantes e iguais a 0,001. Notam-se ainda, oscilações nos valores com o aumento da temperatura em todos os parâmetros. FIGUERÊDO (2013), observaram também oscilações nos parâmetros a5 e a6, no estudo da secagem em camada de espuma de polpa de mangaba nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos da desidratação osmótica com solução de sacarose de 40°Brix nas temperaturas de 50, 60 e 70°C, usando-se os modelos matemáticos de Fick e Cavalcanti Mata, conclui-se que:

O modelo matemático de Fick se ajusta melhor aos dados experimentais, seus valores foram de 97,00; 93,92 e 98,17%, nas temperaturas de desidratação a 50, 60 e 70°C, respectivamente.

A difusividade aumenta com o aumento da temperatura e com o aumento da concentração da solução.

Os parâmetros do modelo de Cavalcanti Mata apresentaram oscilações nos valores com o aumento da temperatura em todos os parâmetros.

REFERÊNCIAS

- Duarte, M. E. M.; Ugulino, S. M. P.; Cavalcanti Mata, M. E. R. M., Gouveia, D. S., de Melo Queiroz, A. J. Desidratação osmótica de fatias de jaca. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.3, p.478-483, 2012.
- Figueirêdo, R. M. F., de Melo Queiroz, A. J., & Medeiros, J. Cinética de secagem em camada de espuma da polpa de mangaba. In *VII Congresso Ibérico de Agroinieria y Ciencias Hortícolas* (SEAgng/SECH), Madrid, Espanã, 2013.
- Leite, J. B. V. *Banana*. Jornal CEPLAC Notícias. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/banana.htm>, 2001.
- Mercali, G. D., Kechinski, C. P., Coelho, J. A., Tessaro, I. C., & Marczak, L. D. F. Estudo da transferência de massa durante a desidratação osmótica de mirtilo. *Brasilian Journal of Food Technology*, v.13, n.2, p.91-97, 2010.
- Nguyen, M.H.; Price, W.E. Air-drying of banana: Influence of experimental parameters, slab thickness, banana maturity and harvesting season. *Journal of Food Engineering*, v.79, n.1, p.200-207, 2007.
- Pereira, f. A.; Carneiro, M. R.; Andrade, L. M. *Banana* (3rd ed.). *Embrapa Informação Tecnológica*. Brasília/DF 2006.
- Torreggiani, D., Bertolo, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. *Journal of Food Engineering*, v.49, n.2, p.247-253, 2001.