



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

ESTUDO DA SECAGEM DE MAMÃO FORMOSA DESIDRATADO OSMOTICAMENTE.

Anastácia Maria Mikaella Campos NOBREGA¹, Maria Elita Martins DUARTE², Renata Duarte ALMEIDA³, Suellton Rodrigues ANDRÉ⁴.

¹ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB. E-mail: anastaciamikaella@gmail.com. Telefone: (83)99908890.

² Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: elita@deag.ufcg.edu.br. Telefone: (83) 21011552.

³ Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: renatinhadual@hotmail.com. Telefone: (83) 88147764.

⁴ Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: suelltonrodriqueandre@gmail.com. Telefone: (83) 88775391.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo processar mamão (*Carica papaya*. L) da variedade formosa, avaliando o efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar da secagem convectiva para obtenção de mamão passa. A desidratação osmótica foi realizada em soluções de sacarose de 40 e 50°Brix, submetidas à secagem em secador vertical de fluxo contínuo de leite fixo na temperatura de 55°C. Os dados foram tratados segundo os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Page e Verna. Concluiu-se que: durante a desidratação osmótica as velocidades de perda de água e ganho de sólidos foram maiores nas primeiras 4 horas, e nas condições estudadas o ganho de sólidos pode ser bem representados por uma equação exponencial de crescimento do tipo $Y = a + bt^c$, com coeficiente de determinação de 96,59 %. Todos os modelos utilizados para representar os dados de secagem de mamão formosa o fazem satisfatórios.

PALAVRAS CHAVE: *Carica papaya* L, sacarose, temperatura.

1 INTRODUÇÃO

Os mamões da variedade Formosa são especialmente apreciados pela qualidade de sua polpa, mas um dos fatores limitante ao seu consumo é o tamanho da fruta, que chega a atingir 30 cm de comprimento e cerca de 2 kg, exigindo o preparo da fruta para o seu consumo. Assim, o processamento dos mamões da variedade Formosa, previamente a sua comercialização, pode viabilizar o consumo da fruta, melhorando seu aproveitamento e agregando valor a cultura. Um processo de conservação que pode ser aplicado a frutas mantendo sua integridade estrutural, nutricional e funcional é a desidratação osmótica, capaz de remover parte da água por imersão do alimento em uma solução hipertônica, simultaneamente à formulação



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

direta da fruta processada por incorporação de aditivos à solução desidratante. A desidratação osmótica juntamente com a secagem convectiva é um processo que permite a obtenção de frutas com melhor estabilidade de cor e textura e aumento da vida de prateleira, em relação ao produto seco convencionalmente e armazenado em temperatura ambiente.

A secagem precedida de tratamento osmótico é uma técnica comumente utilizada na industrialização de alimentos com o intuito de reduzir a água disponível para os microrganismos e reações químicas; é apontada como alternativa econômica e segura para a conservação de produtos alimentícios, resultando também em melhorias nas características sensoriais e nutritivas.

Propõe-se com esta pesquisa, processar mamão (*Caricapapaya L.*) da variedade formosa, avaliando o efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na cinética de secagem para obtenção de mamão passa.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

Foi utilizado nesta pesquisa, mamão (*Caricapapaya L.*) da variedade formosa (Figura 2), adquiridos na Empresa de Abastecimento e Serviços Agrícolas da Paraíba (EMPASA).

Figura 2- Mamão Formosa.





Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Fonte: própria (2012).

Os frutos foram selecionados manualmente, verificando o estado geral de conservação dos frutos, maturação, tamanho, ausência de danos causados por choques ou insetos. Lavados em água corrente, para retirar o excesso de sujidades, colocados em água clorada (50ppm/10 minutos); depois de lavados foram secas a temperatura ambiente. Após serem higienizados e secos, os frutos foram descascados manualmente, utilizando uma faca inoxidável, cortadas em forma de palito com aproximadamente 2 cm de comprimento, 1 cm de largura, 1 cm de espessura com auxílio de um cortador de alumínio (Figura 3) o qual possuía uma haste de aplicação da força que promove o corte das amostras.

Figura 3-Cortador em lamina de alumínio.



Fonte: própria (2012).

Para a preparação da solução osmótica, utilizou-se açúcar cristal granulado (sacarose) que foi dissolvido em água destilada até que o teor de sólidos solúveis totais desejados para a solução fosse alcançado (40 e 50 °Brix). A concentração das soluções foi verificada por meio de um refratômetro manual (Atago HSR-500 2350)

A quantidade de solução foi calculada para manter a proporção fruto/solução de 1:4. Os frutos foram imersos nas soluções de sacarose (40 e 50°Brix), e mantidos em uma B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) a temperatura de 30°C.

Acompanhou-se a perda de água, perda de massa e ganho de sólidos periodicamente, totalizando 8 horas de osmose.

Durante a desidratação osmótica três amostras foram identificadas para a realização do acompanhamento da perda de água e peso do mamão. Essas



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

amostras foram subtraídas da solução e colocadas em um papel absorvente para retirada do excesso, pesadas com o auxílio de uma balança semi-analítica e devolvidas ao recipiente com solução. Tais pesagens foram realizadas em diferentes intervalos de tempo e após cada uma delas, pequenas alíquotas de mamão foram coletadas para a determinação do teor de água.

O ganho de sólidos foi acompanhado, determinando a matéria seca nos mesmos intervalos de tempo que se realizava a perda de água e massa. Em cada intervalo de tempo foram retiradas três amostras para determinação da matéria seca utilizando-se a estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, de acordo com (IAL, 2008).

Utilizaram-se os valores obtidos nestas determinações para calcular, durante o processo, a perda percentual de água, a perda percentual de peso e o ganho de sólidos do produto conforme as Equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$P_A \% = 100 \times \frac{(P_0 \times U_0) - (P_t \times U_t)}{P_0} \quad (1)$$

$$P_p \% = 100 \times \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \quad (2)$$

$$G_s \% = 100 \times \frac{(MS_t - MS_0)}{P_0} \quad (3)$$

Onde:

P_A = Perda de água, em % (p/p)

P_0 = Peso do fruto no tempo $t = 0$, em gramas

U_0 = Teor de água do fruto no tempo $t = 0$

P_t = Peso do fruto tratado no tempo t , em gramas

U_t = Teor de água do fruto tratado no tempo t

$P_p(\%)$ = Perda de peso, em % (p/p)

G_s = Ganho de sólidos, em % (p/p);

MS_t = Massa da matéria seca no tempo t , em gramas;

MS_0 = Massa da matéria seca no tempo $t = 0$ em gramas.



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Após a desidratação osmótica as fatias de mamão foram retiradas da solução e levadas ao secador vertical de fluxo contínuo de leite fixo, para a realização da secagem convectiva nas temperaturas de 55 °C, até que atingissem o equilíbrio.

O final da cinética foi determinado quando o peso atingiu o seu teor de água de equilíbrio, o qual foi determinado quando havia pesagens consecutivas iguais.

A cinética de secagem convectiva foi acompanhada através da perda de peso em relação ao tempo, e para isso, utilizou-se uma balança semi-analítica. Os dados experimentais da cinética de secagem foram tratados utilizando o programa STATISTICA 8.0, em que foram ajustados os modelos matemáticos de Henderson e Pabis, Page e Verna representados, respectivamente, pelas Equações 4, 5, e 6. A Razão de Umidade (RX) foi calculada através da Equação 7.

$$RX = a \exp(-Kt) \quad (4)$$

$$RX = \exp(-Kt^n) \quad (5)$$

$$RX = a \cdot \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-k_1 t) \quad (6)$$

Em que:

$$RX = \frac{X_{b,s} - X_e}{X_{b,s}(\text{inicial}) - X_e} \quad (7)$$

Onde:

RX	= Razão de umidade (Adimensional)
X_e	= Teor de água de equilíbrio em base seca
$X_{b,s}$	= Teor de água em base seca
$X_{b,s}(\text{inicial})$	= Teor de água inicial em base seca
t	= Tempo (min)
a, b; k e n; K_1	= constantes do modelo

Para expressar o modelo que melhor representou o processo de secagem utilizou-se o coeficiente de determinação (R^2) e o DQM (Desvio Quadrático Médio), calculado pela Equação (8).



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum(RX_{exp} - RX_{pre})^2}{N}} \quad (8)$$

Onde:

RX_{exp} = Razão de umidade obtida experimentalmente

RX_{pre} = Razão de umidade predita pelo modelo matemático

N = Número de observações ao longo da cinética de secagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Desidratação Osmótica

Nas Figuras 4 e 5 encontram-se os dados da perda de água, ganho de sólidos e perda de massa, respectivamente, obtidos da cinética de desidratação osmótica a 30 °C para as soluções de sacarose a 40 e 50 °Brix.

Na Figura 4 para perda de água, observa-se que os produtos submetidos à desidratação osmótica na solução de 50 °Brix perde água mais rapidamente do que aqueles produtos submetidos à solução de 40 °Brix. Estes fatos também foram observados por PESSOA (2011), estudando goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes estados de maturação. Sendo bem representada por uma equação exponencial do tipo $y = a + b \exp(-t^c)$, com coeficientes de determinação maiores que 98%. Já para perda de massa as soluções de sacarose a 40 e 50 °Brix correram paralelamente, acontecendo maior perda de massa nas amostras submetidas a 50 °Brix. Este fato foi relatado por MIZRAHI et al. (2001) e EL-AQUAR et al. (2003), em desidratação osmótica de mamão. Podendo ainda ser bem representado por uma equação do tipo $y = 1 + a \exp(-bt^c)$, com coeficientes de determinação maiores que 97%.

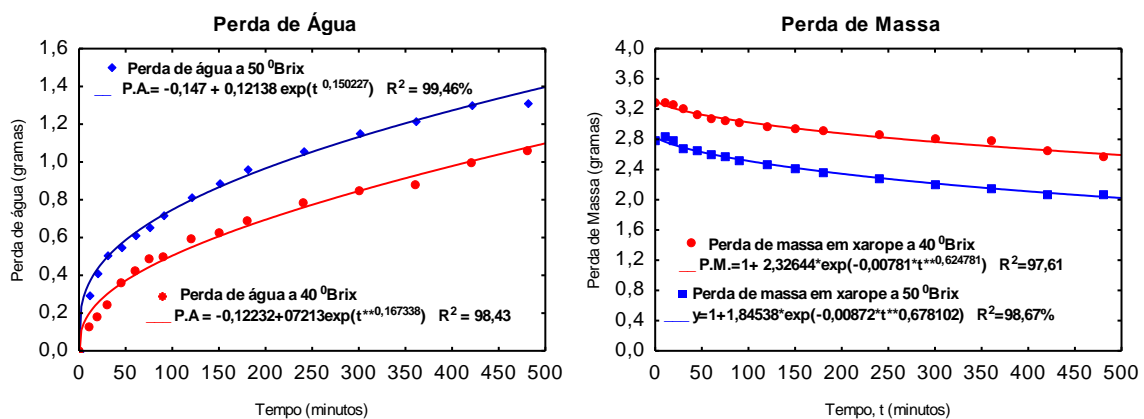
Na figura 5 percebe-se que o comportamento obtido para ganho de sólidos é semelhante ao comportamento da perda de água, para as duas soluções, sendo



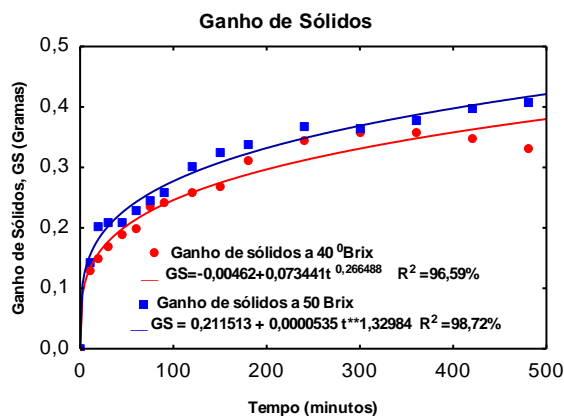
Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

esse ganho maior para as amostras de mamão submetidas à desidratação osmótica a 50 °Brix. Os dados de ganho de sólidos foram melhor representados por uma equação exponencial de crescimento do tipo $Y = a + bt^c$, com coeficiente de determinação de 96,59% para a curva de ganho de sólidos a 50 °Brix e 98,72% para o ganho de sólido a 40°Brix.

Figura 4- Perda de água e massa obtida da cinética de desidratação osmótica a 30 °C para as soluções de sacarose a 40 e 50°Brix



Figuras 5- Ganho de sólidos obtido da cinética de desidratação osmótica a 30 °C para as soluções de sacarose a 40 e 50°Brix.



Fonte: própria (2012).

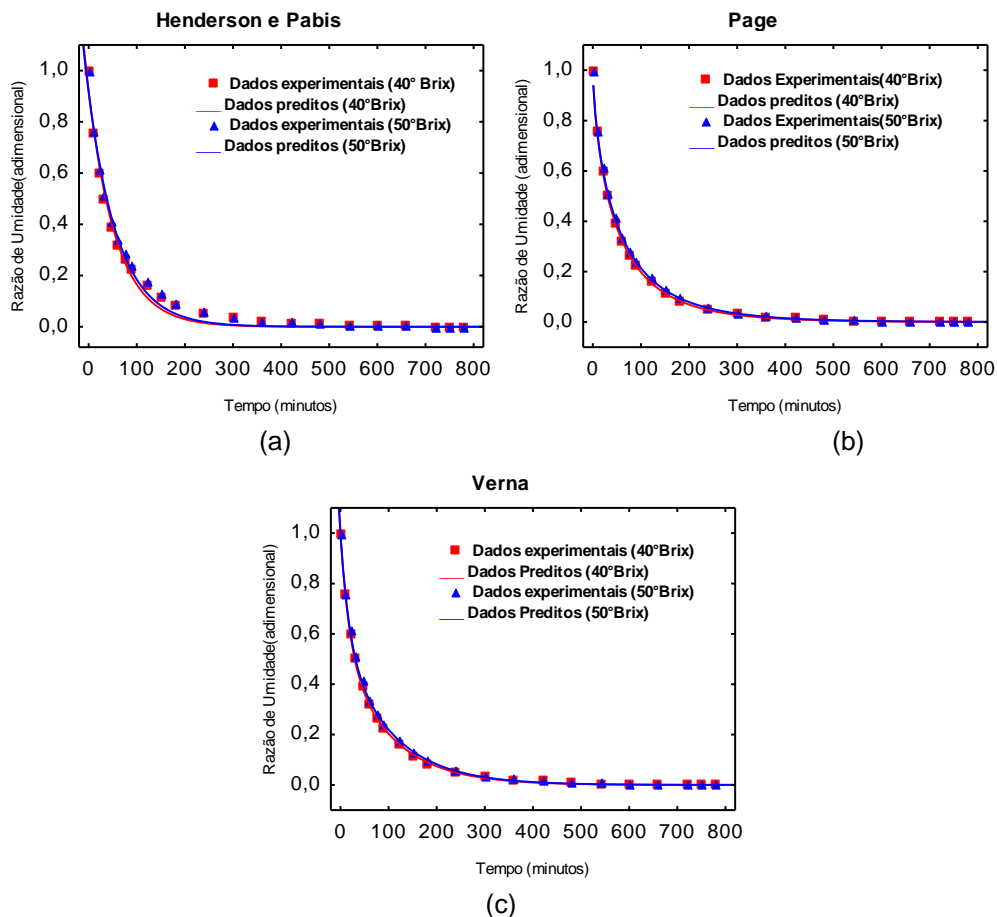
3.2 Secagem Convectiva



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Na Figura 6, encontra-se as curvas de secagem experimentais e previstas de mamão formosa com pré-tratamento osmótico a 40 e 50°Brix desidratado na temperatura 55°C, com ajuste dos modelos matemático de Henderson e Pabis, Page e Verna.

Figura 6 - Curvas de secagem às temperaturas de 55°C do mamão formosa, previamente desidratado a 40 e 50 °Brix, com ajuste dos dados experimentais pelo modelo matemático de Henderson e Pabis (a), Page (b) e Verna (c), por regressão não linear.



Fonte: própria (2012).

O ajuste do modelo de Henderson e Pabis aos dados experimentais do mamão foi satisfatório, considerando-se os valores de coeficiente de determinação



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

(R^2) encontra-se acima de 98,588% e DQM inferior a 0,0329. O modelo de Page ajusta bem aos dados da cinética de secagem, fato que pode ser comprovado verificando-se, não apenas as curvas, mas também o coeficiente de determinação R^2 , o qual se apresenta superior a 99,953% e DQM menores que 0,0060.

Para o modelo de Verna, percebe-se que todas as curvas apresentam coeficientes de determinação superiores a 99,972%, que está dentro dos valores aceitáveis. Os valores de DQM inferior a 0,0046.

Os modelos avaliados tiveram ajuste satisfatório aos dados experimentais da secagem convectiva, fato este confirmado através dos valores dos coeficientes de determinação (R^2) e dos valores do desvio quadrático médio (DQM), mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros de ajuste do modelo de Henderson e Pabis (a e k), Page (k e n) e Verna (a, k, k_1), coeficiente de determinação (R^2) e desvio quadrático médio (DQM) para o mamão formosa com pré-secagem osmótica a 40 e 50°Brix e secagem nas temperaturas de 55°C.

Modelo	°Bri x	Parâmetros				R^2 (%)	DQM (%)
		k	n	a	k_1		
Henderson e Pabis	40	0,017190	*	0,921271	*	98,610	0,0324
	50	0,016026	*	0,916626	*	98,588	0,0329
Page	40	0,058434	0,720949	*	*	99,953	0,0060
	50	0,056678	0,717070	*	*	99,967	0,0050
Verna	40	0,053260	*	0,454389	0,009969	99,975	0,0044
	50	0,055680	*	0,42002	0,009771	99,972	0,0046

Fonte: própria (2012).

Considerando os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e dos valores do desvio quadrático médio (DQM), dentre os três modelos matemáticos aplicados, aquele que apresentou melhor ajuste aos dados experimentais, foi o modelo de



Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/UEPB

Page com um coeficiente de determinação próximo a 100% e DQM próximo de zero, apesar dos outros modelos também apresentar ajuste considerável.

4 CONCLUSÃO

Durante a desidratação osmótica de palitos de mamão formosa, as velocidades de perda de água e ganho de sólidos foram maiores nas primeiras 4 horas de desidratação, em ambas as concentrações de sacarose utilizadas.

Quanto maior a concentração de sacarose no xarope mais eficiente se torna a desidratação osmótica e conseqüentemente a secagem convectiva posterior.

O modelo que melhor representou o fenômeno de secagem convectiva a 55°C para o mamão formosa desidratado osmoticamente em xaropes de sacarose com 40 e 50 °Brix foi o modelo de Page.

REFERÊNCIAS

- EL-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, nº. 1, p. 67-75 jan./abr. 2003.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. São Paulo. v.1, 2008. 1020p.
- MIZRAHI, S.; EICHLER, S.; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems . **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 87-96, 2001.
- PESSOA, T. **Desidratação osmótica seguida de secagem de goiaba para obtenção de passas**. 2011. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande-PB.