

MODELAGEM MATEMÁTICA DE CINÉTICA DE SECAGEM DE ABACAXI DESIDRATADO

AGDYLANNAH FELIX VIEIRA^{1*}; LUIS PAULO FIRMINO ROMÃO DA SILVA²;
ZANELLI RUSSELEY TENÓRIO COSTA³; RENATA DUARTE ALMEIDA⁴;
ANA PAULA TRINDADE ROCHA⁵

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, agdylana@hotmail.com;

² Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, luispfrs@hotmail.com;

³Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, zanelli.tenorio@afogados.ifpe.edu.br;

⁴Engenheira, UFCG, Campina Grande-PB, renatadual@yahoo.com.br

⁵Dra. Professora em Engenharia de Alimentos, UFCG, Campina Grande-PB, ana_trindade@yahoo.com.br

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou secar o abacaxi da variedade pérola pré tratados osmoticamente na concentração de 50°Brix e incorporados com canela em secador com circulação de ar forçado nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e estudar o ajuste dos modelos matemáticos de Page, Henderson & Pabis, Dois termos exponencial de dois termos aos dados experimentais. Observou-se que apesar de todos os modelos estudados apresentarem um bom ajuste aos dados, o modelo de Dois termos foi o melhor, obtendo o coeficiente de determinação (R²) superior a 99% na maioria das temperaturas e menor DQM. Observou-se ainda que temperatura é um fator importante na secagem, onde quanto maior esta seja, menor será o tempo secagem.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas comosus* L. Merri, desidratação osmótica, canela, temperatura

MATHEMATICAL MODELING OF KINETICS OF DEACRATED PINEAPPLE DRYING

ABSTRACT: The objective of this work was to dry the pineapple of the osmotically pretreated osmotically at the 50 ° Brix concentration and incorporated with cinnamon in a drier with forced air circulation at temperatures of 60, 70 and 80 ° C and to study the adjustment of the mathematical models of Page, Henderson & Pabis, Two exponential terms of two terms to experimental data. It was observed that although all the models studied presented a good fit to the data, the Two-term model was the best fit to the data, obtaining the coefficient of determination (R²) higher than 99% in most temperatures and lower DQM. It was also observed that temperature is an important factor in drying, where the larger it is, the less the drying time.

KEYWORDS: *Ananas comosus* L. Merri, osmotic dehydration, cinnamon, temperature

INTRODUÇÃO

O abacaxi (*Ananas comosus* L. Merri) é uma fruta bastante apreciada por suas características sensoriais como aroma e sabor. Segundo Bengozi et al. (2007) o abacaxi é uma fruta oriunda de regiões tropicais e é consumida tanto in natura como em diversas preparações em todo o mundo.

É uma fruta altamente perecível, cuja a qual necessita de técnicas que possam vir a ser utilizadas como alternativas para uma maior durabilidade da mesma e redução das perdas pós colheita. A desidratação osmótica é um processo no qual ocorre a remoção parcial da água do alimento através da sua imersão em uma solução hipertônica. Consiste numa etapa denominada de pré-tratamento que tem como diferencial em relação a quando é utilizada apenas a secagem convectiva, a obtenção de produtos com uma maior qualidade sensorial e nutricional (Lazarides, 1994; Torreggiani, 1993).

No processo de desidratação osmótica pode-se ainda ser adicionado especiarias para melhorar a qualidade do produto. De acordo com Gonçalves et al. (2015) a utilização de especiarias como, a

canela, adicionadas nos alimentos tem o potencial de enriquecer o produto, uma vez que, as especiarias possuem atividade antioxidante.

Ante o exposto, objetivou-se secar abacaxi da variedade Pérola pré tratados osmoticamente na concentração de 50 °Brix e incorporados com canela, em secador de ar aquecido nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C e ajustar os modelos matemáticos de secagem aos dados experimentais.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se abacaxi em estado de maturação completo, variedade Pérola, safra 2018, w canela em pó adquiridos na feira local da cidade de Campina Grande, PB. As matérias-primas foram transportadas de maneira adequada ao Laboratório de Engenharia de Alimentos (LEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, onde o estudo foi desenvolvido.

Realizou-se a higienização das matérias-primas, de maneira que os abacaxis foram lavados em água corrente, com uso de escovas, para remoção de sujidades aderidas à sua superfície, sanitizados em solução clorada (100 ppm de cloro ativo) por um período de 15 min, procedendo-se o enxágue em água de boa qualidade. Posteriormente, os frutos foram submetidos à remoção manual da casca e cortados transversalmente para obtenção de fatias com espessura de cerca de 1,0 cm.

O xarope de sacarose foi preparado a partir da dissolução total do açúcar em água destilada até atingir a quantidade de sólidos solúveis de 50 °Brix em seguida adicionou-se ao xarope 1% de canela em pó. As fatias de abacaxi foram imersas na solução na proporção de 1:4 (g/g) fruto/xarope por um período de 12 horas a temperatura ambiente média de 28 °C. O teor de água inicial do abacaxi desidratado nas diferentes soluções foi determinado, segundo método padrão de estufa a 105 ± 3 °C por 24 h (IAL, 2008).

Foram acondicionadas aproximadamente 50 g de amostra em cestas metálicas. As curvas foram determinadas para três temperatura distintas (60, 70, e 80 °C) em três repetições. As leituras em relação à perda de peso da amostra foram realizadas em intervalos regulares até atingir peso constante.

As curvas de secagem foram obtidas pela conversão dos dados referentes à perda de água no parâmetro adimensional RX, realizados para cada intervalo de tempo, conforme Equação 1.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (1)$$

RX= razão de umidade, adimensional;

X= teor de água, bs;

X_e= teor de água de equilíbrio, bs;

X_o= teor de água inicial, bs.

Os dados experimentais da secagem do abacaxi incorporado com canela foram ajustados para quatro equações (Tabela 1) por meio do programa computacional Statistica versão 7.0 utilizando-se a análise de regressão não-linear, pelo método Quasi-Newton.

Tabela 1. Modelos matemáticos

Designação do Modelo	Modelo	Equação
Page	$RX = e^{-kt^n}$	(2)
Henderson & Pabis	$RX = a \exp(-kt)$	(3)
Dois termos	$RX = a \exp(-k_0t) + b \exp(-k_1t)$	(4)
Exponencial de Dois termos	$RX = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kat)$	(5)

Em que: RX - razão do teor de água (adimensional), k, k₀, e k₁ - constante de secagem a, b, n - constantes dos modelos t - tempo (minutos)

Os critérios para a escolha do modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais foram, o coeficiente de determinação (R²) e o desvio quadrático médio (DQM) calculado pela Equação 6.

$$DQM = \sqrt{\frac{\sum (R_{x_{exp}} - R_{x_{pre}})^2}{N}} \quad (6)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabelas 2 encontram-se os valores dos parâmetros dos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem do abacaxi incorporado com canela nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, os coeficientes de determinação (R²) e os desvios quadráticos médios (DQM).

Tabela 2. Parâmetros, coeficientes de determinação (R²) e desvios quadráticos médios (DQM) dos modelos ajustados às curvas de secagem

Modelo	T(°C)	Parâmetros				R ² (%)	DQM
		K	n				
Page	60	0,0054	0,9528			99,929	0,0101
	70	0,0149	0,8080			99,346	0,0288
	80	0,0202	0,7826			99,708	0,0189
Henderson & Pabis		a	k				
	60	0,9879	0,0040			98,907	0,0115
	70	0,9249	0,0047			99,178	0,0322
	80	0,9173	0,0059			99,289	0,0294
Dois termos		a	K0	b	K1		
	60	0,8201	0,0051	0,1836	0,0615	99,429	0,0088
	70	0,1604	0,0673	0,8524	0,0043	99,663	0,0203
	80	0,5227	0,0136	0,5228	0,0136	99,889	0,0116
Exponencial de dois termos		a	K				
	60	0,0198	0,0203			99,915	0,0110
	70	0,1234	0,0371			99,425	0,0270
	80	0,1466	0,0385			99,594	0,0223

Verificou-se nos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais, valores de coeficiente de determinação (R²) superiores a 99%, obtendo então uma representação satisfatória do processo de secagem (Chayjan; Shadidi, 2014).. O maior coeficiente de determinação 99,929% foi obtido no modelo de page a 60°C, no entanto, para a maioria das temperaturas (70 e 80°C) o modelo de Dois Termos apresentou os melhores valores de R². O desvio quadrático médio (DQM) apresentou valores superiores a 0,0088 e inferiores a 0,0322, os modelos matemáticos que apresentaram menor valor de DQM foi também o de Dois termos em todas as temperaturas do estudo.

Então por apresentar os maiores valores de R², superiores a 99%, e os menores DQM, o modelo de Dois termos foi considerado o modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais.

Observou-se nos demais modelos que a constante de secagem K aumentou como consequência do aumento da temperatura, no entanto, não houve tendência definida deste parâmetro para o modelo de Dois termos.

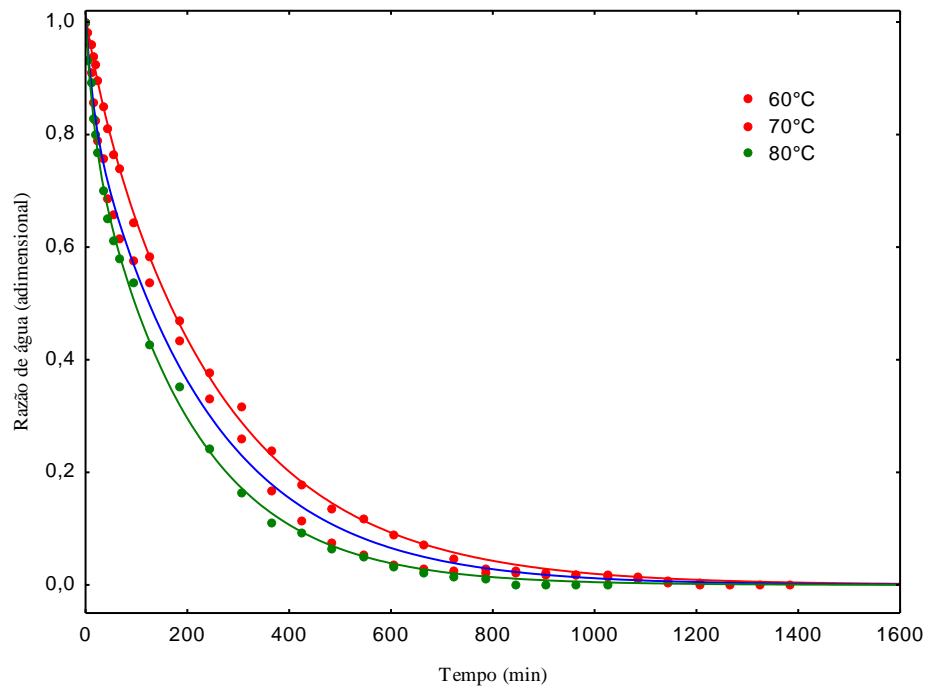
Quintero (2007), em seu estudo com abacaxi desidratado e seco nas temperaturas de 40 a 80°C e Baia et al. (2015) em sua pesquisa com Barbatimão, também obtiveram como melhor modelo de ajuste a seus dados experimentais o de dois termos.

Na Figura 1 encontram-se as curvas de cinética de secagem do abacaxi incorporado com canela nas diferentes temperaturas de estudo (60, 70 e 80 °C) ajustadas ao modelo de Dois termos, cujo o qual foi considerado o melhor modelo. Observa-se que a temperatura influenciou no tempo de secagem, onde conforme aumenta-se a temperatura de secagem ocasiona uma redução gradativa nos tempos de secagem

Observou-se assim como Moscon et al. (2017), que o teor de água inicial sofre uma diminuição acentuada no início do processo de secagem e no decorrer da secagem quando está próximo ao equilíbrio higroscópico vem a se tornar parcialmente constante para todas as temperaturas estudadas. Com relação

aos tempos de secagem, na temperatura de 60°C o abacaxi incorporado de canela foi seco em 1385 minutos, em 70°C em 1025min e a 80 °C em 1025 min.

Figura 1. Curvas de secagem do abacaxi incorporado de canela nas temperaturas de 60,70 e 80 °C



CONCLUSÃO

Observou-se que os modelos matemáticos utilizados obtiveram um bom ajuste aos dados experimentais, no entanto o modelo de Dois termos apresentou o melhor ajuste, tendo o maior coeficiente de determinação e menor DQM. Verificou-se a importância da temperatura no tempo de secagem do produto, sendo o menor tempo de secagem obtido na maior temperatura de estudo.

REFERÊNCIAS

- Baia, R. T.; Almeida, L. P.; Moreno, S. de O.; Silva, L. de A. da; Rodrigues, W. da L. Estudo da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do barbatimão (*Stryphodendron asdtringns*). Blucher Chemical Engineering Proceedings, v.1, n.1, p. 1836-1841, 2015.
- Bengozi, F. J.; Sampaio, A. C.; Spoto, M. H. F.; Mischan, M. M.; Pallamin, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.29, n.3, p.540-545, 2007.
- Chayjan, R. A.; Shadidi, B. Modeling high-moisture faba bean drying in fixed and semi-fluidized bed condition. Journal of Food Processing and Preservation, Hoboken, v. 38, n.1, p. 200–211, 2014.
- Gonçalves, J. H. T.; Santos, A. S.; Morais, H. A. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e triagem fitoquímica de ervas condimentares desidratadas. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ª edição, 1ª Edição Digital, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- Lazarides, H. N. Osmotic Pre concentration: Developments and Prospects. In: Singh, R. P.; Oliveira, F. A. R. Minimal processing of foods and process optimization. (Eds.), CRC Press, Boca Raton, p. 73-85, 1994.
- Moscon, E. S.; Martin, S.; Spehar, R. C.; Devilla, I. A.; Junior, F. R. Cinética de secagem de grãos de quinoa (*Chenopodium Quinoa W.*). Revista Engenharia na Agricultura, v. 25, n.4, p. 318-328, 2017

- Quintero, A.C.F. Desidratação de abacaxi: modelos de secagem, avaliação de qualidade e efeito de embalagem. 56p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2007.
- Torreggiani, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. Food Research International, v.26, n. 1, p. 59-68, 1993.