

Área de Publicação: Química

### SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA DO MIX DE ABACAXI E COUVE EM DIFERENTES DENSIDADES

FEITOSA, Regilane Marques<sup>1</sup>; CORREIA, Hugo José de Araújo<sup>2</sup>; FURTADO, Cristiano Quintino<sup>3</sup>; PEREIRA, Joan Carlos Alves; OLIVEIRA, Emanuel Neto Alves<sup>5</sup>

<sup>1,2,3</sup>Agrindústria – IFAL; e-mail: regilanemarques@yahoo.com.br; hugoaraujoc@gmail.com; cristianomauriti@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Mestrando em Engenharia Agrícola – UFCG; e-mail: joan\_carlos21@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Alimentos – IFRN; e-mail: emmanuel.oliveira16@gmail.com

### RESUMO

A secagem em camada de espuma é um processo de batimento da matéria-prima com promotores de espuma até uma densidade desejada, permitindo uma secagem segura e de qualidade, que praticamente inaltera as características físico-químicas do pó obtido. O objetivo deste trabalho foi realizar o processo de secagem do mix da polpa do abacaxi e da couve. A formação da espuma deu-se após a mistura da polpa dos dois com os seguintes aditivos: superliga neutra e o emustab<sup>®</sup>; em seguida fez-se a homogeneização e o batimento. As secagens foram realizadas em estufa a 70 °C, utilizando-se a espessura de 0,5 cm. Observou-se que a utilização de maior percentual de aditivos na formulação 2 (F2) resultou em menor densidade, após 20 minutos de batimento e menor tempo de secagem; com o ajuste aos modelos matemáticos, concluiu-se que o modelo que melhor se arranhou aos dados foi o de midili.

PALAVRAS-CHAVE: Modelo matemático. Mistura. Processo. Batimento.

### 1. INTRODUÇÃO

A demanda por produtos naturais, saudáveis e saborosos à base de frutas tem crescido; e um fruto que tem se destacado é o abacaxi. Que pode ser consumido ao natural ou industrializado, sob a forma de fatias, pedaços cristalizados, suco, geleia, licor, vinagre, entre outros (Spironello et al., 2004). Além de apresentar características nutritivas e ter uma produção significativa na região Nordeste, é relevante novas formas de consumo com o intuito de satisfazer os consumidores que desejam alimentos já preparados.

A couve é de suma importância nutricional e medicinal, com benefícios na prevenção e tratamento de diversas doenças (Almeida, 1993). Além de apresentar concentrações significativas de cálcio, esta brássica é também fonte de magnésio (PHILIPPI, 2001) micronutriente essencial à manutenção eficaz do metabolismo do cálcio.

A transformação da polpa de fruta do abacaxi mais a couve in natura em um produto em pó possui muitas vantagens, como a redução de peso, o menor desperdício e a melhor conservação do produto. A secagem de menor custo para a

indústria é a em camada de espuma que pode ser executado em temperaturas relativamente baixas, em torno de 70 °C ou menos, e mantém alta qualidade e boa estabilidade dos produtos (Silva et al., 2005). Esta técnica é aplicada em alimentos sensíveis ao calor, como os sucos de frutas (Karim & Chee Wai, 1999).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo elaborar um mix de abacaxi e couve para avaliar o processo de secagem deste, em diferentes densidades, pelo método de secagem em camada de espuma.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho foi realizado nos laboratórios de processamento de alimentos e de análises físico-químicas de alimentos do Instituto Federal de Alagoas- campus Piranhas. A matéria-prima utilizada, o abacaxi e a couve, foram provenientes da feira local da cidade de Piranhas-AL.

O abacaxi e a couve foram lavados com detergente neutro e sanitizados com solução de hipoclorito 2,5% (10 ml/1L de água durante 15 min.), depois foram enxaguados em água corrente para retirar o excesso de cloro. O abacaxi foi descascado e cortado em pequenos cubos manualmente com faca de aço inoxidável; e a couve foi dividida em pequena espessura, então foram misturados e batidos no liquidificador. Para a obtenção do mix fez-se a pesagem da polpa misturada (732 g) e adicionou-se o emustab (2,5 g) e a superliga neutra (1,2 g), obtendo-se assim a Formulação 1 (F1). Já a Formulação 2 (F2) foi a mistura da polpa (245 g), emustab (3g) e super liga neutra (1,1g). As duas Formulações foram homogeneizadas em uma batedeira planetária pelos tempos preestabelecidos de 5; 10; 15 e 20 minutos de batimento, respectivamente.

A cada 5 minutos foi observado o comportamento da densidade da espuma das formulações, pelo batimento, baseado na massa do produto/volume. Ao completar 20 minutos de batimento, a espuma obtida foi espalhada em bandejas inox, cobrindo toda a superfície, e foi medida uma espessura de 0,5 cm para a secagem. Foram realizadas, individualmente, as pesagens das bandejas com as formulações elaboradas e levadas à estufa, na temperatura de 70°C para iniciar o processo de secagem em estufa com circulação de ar.

Os dados das cinéticas foram obtidos pesando-se as bandejas com espumas, inicialmente a cada 5 minutos, aumentando esse tempo de acordo com a perda de água do produto, até apresentarem peso constante. As amostras, após estabilizarem, foram levadas para estufa a 105 °C para a obtenção da massa seca, determinando assim o teor de umidade. Com os dados das umidades em base seca foram calculados os valores da razão de umidade (Equação 1).

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: RX – Razão de umidade do produto (adimensional); X – teor de umidade do produto em determinado tempo (b. s.);  $X_i$  – teor de umidade inicial do produto (b. s.); e  $X_e$  – teor de umidade equilíbrio do produto (b. s.).

Em seguida foram traçadas as curvas de cinética de secagem e ajustados aos modelos matemáticos:

Tabela 1. Modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética da secagem em camada de espuma do mix de abacaxi e couve.

Modelo matemático	Equação
Logarítmico	$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$
Aproximação da difusão	$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t) + (1-a) \cdot \exp(-k \cdot b \cdot t)$
Page	$R_x = \exp(-k \cdot t^n)$
Henderson & Pabis	$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t)$
Midilli	$R_x = a \cdot \exp(-k \cdot t^n) + b \cdot t$

Em que: a, n, c – parâmetros dos modelos, t – tempo, k – constante de secagem.

Para o ajuste dos modelos aos dados experimentais foi utilizado o programa computacional Statistica 7. Os critérios empregados para determinar o modelo que se ajustou melhor aos dados experimentais foram: coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o desvio quadrático médio (DQM) (Equação 2).

$$DQM = \sqrt{\frac{(RX_{pred} - RX_{exp})^2}{n}} \cdot 100 \quad \text{(Equação 2)}$$

Em que: DQM – desvio quadrático médio;  $RX_{pred}$  – razão de umidade predito pelo modelo;  $RX_{exp}$  – razão de umidade experimental; n – número de observações.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a densidade do mix da polpa de abacaxi com couve em função do tempo de batimento. Percebe-se que ocorreu uma redução da densidade com o tempo de batimento, variando de 0,75 a 0,46 ( $\text{g/cm}^3$ ). Para a Formulação 1 observou-se uma densidade alta no início do processo, decaindo com o batimento e sendo possível obter a densidade considerada ideal, na literatura, no tempo de 20 minutos ( $0,46 \text{ g/cm}^3$ ).

Tabela 2 - Densidade ( $\text{g/cm}^3$ ) da polpa em função do tempo de batimento

Tempo (minutos)	Formulações	
	Densidades ( $\text{g/cm}^3$ )	
	F1	F2
5	0,75	0,46
10	0,62	0,44
15	0,53	0,38
20	0,46 d	0,33

Para a Formulação F2, um comportamento similar a F1 foi observado. Porém iniciou apresentando densidade de  $0,46 \text{ g/cm}^3$ , igual ao tempo de 20 minutos da F1, reduzindo para a faixa de  $0,33 \text{ g/cm}^3$  no tempo de 20 minutos.

A faixa da densidade das formulações encontra-se nos limites preconizados como ideais para a secagem em camada de espuma que estão entre 0,1 e 0,6 g cm<sup>-3</sup> (Soares et al., 2001). FEITOSA et al. (2017) ao secarem polpa de murta em camada de espuma, incorporaram diversas concentrações de Emustab® e Super Liga Neutra®, elaborando 3 formulações e relataram comportamento similar de redução da densidade com o tempo de batimento, constatando valores para a densidade entre 0,47 e 0,22 g/cm<sup>3</sup>.

Os parâmetros dos modelos matemáticos ajustados aos dados experimentais das cinéticas de secagem do mix de polpa de abacaxi e couve na temperatura de 70 °C, com os respectivos R<sup>2</sup> e DQM, bem como a distribuição dos resíduos (DR), apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros obtidos, coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), desvios quadráticos médios (DQM) e distribuição dos resíduos (DR) dos modelos matemáticos ajustados às curvas de cinética de secagem do mix de polpa de abacaxi e couve.

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetros				R <sup>2</sup>	DQM	D R
		A	c	K	n			
Aproximação da difusão	F1	0,0018	-	0,0016	-	0,9726	0,0394	T
	F2	0,0131	-	0,0025	-	0,9817	0,0321	T
Henderson e Pabis	F1	0,0131	-	0,0131	-	0,9787	0,0347	T
	F2	1,0485	-	0,0203	-	0,9856	0,0291	T
Logarítmico	F1	1,1669	-0,1279	0,0102	-	0,9880	0,0260	T
	F2	1,1394	-0,1145	0,0159	-	0,9939	0,0213	A
Page	F1	-	-	0,0025	1,3644	0,9931	0,0196	A
	F2	-	-	0,0068	1,2653	0,9950	0,0200	A
Midili	F1	0,9697	-0,0001	0,0016	1,4381	0,9952	0,0163	A
	F2	0,9788	-0,0002	0,0061	1,2725	0,9967	0,0179	A

Em que: F1 – Formulação 1; F2 – Formulação 2; T – Tendenciosa; A – Aleatória

Dentre os modelos testados, o de Midili apresentou os maiores R<sup>2</sup> (> 0,995) e os menores DQM (< 0,02) para ambas formulações, apresentando também DR aleatória nas secagens das formulações. Goneli et al. (2011) relataram que um modelo é considerado aceitável se os valores dos resíduos apresentarem DR aleatória.

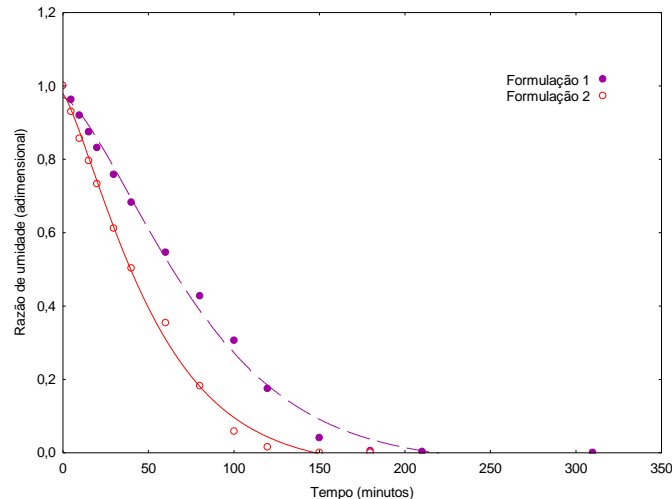
A constante de secagem 'k' dos modelos de Aproximação da difusão, Henderson e Pabis, Logarítmico, Page, e midili apresentou tendência crescente com a redução da densidade do mix, ou seja, menores densidades acarretam maiores taxas de secagem. O parâmetro 'k' representa o efeito das condições externas de secagem (Goneli et al., 2009).

Na Figura 2 tem-se as cinéticas de secagem de F1 e F2 com espessura da camada de 0,5 cm nas diferentes densidades e temperatura de 70 °C, com ajustes pelo modelo de Midili, o melhor modelo dentre os testados.

As curvas são influenciadas pela temperatura com redução gradativa nos tempos, sendo que o processo de secagem foi mais rápido para a formulação que apresentou a menor densidade, mostrando que o valor da densidade tem impacto significativo na secagem das espumas. Furtado et al. (2014) na secagem em camada

de espuma do abacaxi Peróla nas temperaturas de 60, 70 e 80 °C, constataram que o modelo de Midili e Kucuk apresentou os maiores  $R^2$  e os menores SE.

Figura 1. Cinética de secagem da Formulação 1 e 2 com espessura de 0,5 cm, na temperatura de secagem de 70 °C, com ajuste pelo modelo de Midili.



#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de maior percentual de aditivos na formulação 2 resultou em menor densidade, no tempo de 20 minutos, e menor tempo de secagem; e o modelo matemático que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de Midili.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. R. As plantas medicinais brasileiras. São Paulo: Hemus, 1993. 339p.
- FEITOSA, R. M., FIGUEIRÊDO, R. M. F. DE, QUEIROZ, A. J. DE M., LIMA, F. C. DOS S., OLIVEIRA, E. N. A. Drying and characterization of myrtle pulp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(12), 858-864. 2017
- FURTADO, G. F.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; SANTOS, P. Secagem de abacaxi (*Ananas Comosus* (L.) Merrill), variedade pérola utilizando a técnica de camada de espuma. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.16, p.387-394, 2014.
- GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. DE A.; BAPTESTINI, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 33, p.1-8, 2011.
- KARIM, A. A.; CHEE-WAI, C. Foam-mat drying of starfruit (*Averhoa carambola* L.) purée. Stability and air drying characteristics. *Food Chemistry*, v.64, n.3, p.337-343, 1999.
- PHILIPPI, S. T. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. Brasília, DF: ANVISA, FINATEC/NUT-UnB, 2001. 133p.
- SILVA, R. N. G.; FIGUEIREDO, R.M.F; QUEIROZ, A.J.M.; GALDINO, P.O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. *Revista Ciência Rural*, n.5, v.35, 2005.
- SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA JÚNIOR, A.; FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.21, p.164-170. 2001.



## III Encontro de Educação, Ciência e Tecnologia

26 a 28 de Março de 2018 – UEPB – Campina Grande, PB

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. Revista Brasileira de Fruticultura, v.26, n.1, p.155- 159, 2004.