

# **CINÉTICA DE SECAGEM EM CAMADA DE ESPUMA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE ACEROLA EM PÓ**

*Kinetics of foam mat drying and physical characterization of  
powder acerola*

## **Resumo:**

O fruto da aceroleira é rico em minerais como cálcio, fósforo e ferro; vitaminas; antocianinas, carotenoides, e particularmente vitamina C, sendo uma das maiores fontes naturais desse composto. A acerola apresenta-se como uma possibilidade comercial viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que justifica o desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, que concentra na fruta in natura e na polpa, sua maior forma de consumo. Diante disso, a secagem em camada de espuma é um dos métodos utilizados para obtenção de pós de frutas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a cinética de secagem da polpa de acerola em camada de espuma e caracterizar fisicamente os pós obtidos. Pode-se concluir que os pós de acerola podem ser classificados como alimentos microbiologicamente estáveis. Para cinética de secagem a espuma seca a 80°C teve maior perda de água, enquanto que a espuma seca a 60°C teve menor perda de água.

## **Abstract:**

The fruit of the cherry tree is rich in minerals such as calcium, phosphorus and iron; vitamins; anthocyanins, carotenoids, and particularly vitamin C, being one of the largest natural sources of this compound. The acerola is presented as a viable commercial possibility in the fruit grower market, generating an overproduction that justifies the development of new products from this raw material, which concentrates on the fruit in natura and the pulp, its greater form of consumption. Therefore, the foam layer drying is one of the methods used to obtain fruit powders. The objective of this work was to evaluate the drying kinetics of the acerola pulp in the foam layer and to physically characterize the obtained powders. It can be concluded that the acerola powders can be classified as microbiologically stable foods. For drying kinetics, the dry foam at 80°C had higher water loss, while the dry foam at 60 °C had less water loss.



**Líbia Danielly Barros de  
Carvalho Gomes, Elizane Melo  
de Almeida, Silvana Nazareth de  
Oliveira**

<sup>1</sup>Engenharia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG). E-mail: libiadbc@hotmail.com

Contato principal

**Líbia Danielly Barros de Carvalho Gomes <sup>1</sup>**



**Palavras chave:** *Camada de espuma, Pó de acerola, Cinética*

**Keywords:** *Foam mat, Acerola powder, Kinetics*



## INTRODUÇÃO

A aceroleira ou cereja das Antilhas é uma planta rústica, resistente e de porte arbustivo; que se adapta com facilidade à diversos fatores climáticos, registrando-se plantios principalmente em regiões tropicais e subtropicais de todas as partes do mundo (RITZINGER; RITZINGER, 2004). O fruto da aceroleira é rico em minerais como cálcio, fósforo e ferro; vitaminas A, B1, B2, B3; antocianinas, carotenoides, e particularmente em vitamina C, sendo uma das maiores fontes naturais desse composto (GOMES et al., 2001).

A acerola apresenta-se como uma possibilidade comercial viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que vem justificando estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, que concentra na fruta in natura e na polpa, sua maior forma de consumo (SOARES et al., 2001). Um exemplo disso, é o caso em que pós de frutas são usados como substitutos para sucos concentrados e como ingredientes estáveis para bebidas saudáveis, alimentos para bebês, molhos, balas, iogurtes, sorvetes, barras de cereais, dentre outros. Sendo assim, esses produtos atendem à crescente demanda por produtos com características mais próximas do natural (CAPARINO et al., 2012).

Um dos métodos utilizados para a obtenção de pós de frutas é a secagem em camada de espuma. Esta técnica consiste na transformação de alimentos líquidos ou pastosos em espumas estáveis através da incorporação de ar, com auxílio de batedeiras ou outros equipamentos formadores de espuma e adição de agentes espumantes e/ou estabilizantes (FELLOWS, 2006; BRENNAN, 1994). Em seguida, a espuma formada é desidratada e o material seco é convertido em um fino pó que é facilmente reidratado (WIDYASTUTIL; SRIANTA, 2011).

Os dados experimentais obtidos durante o processo de secagem, podem ser representados através de curvas que relacionam o teor de umidade com o tempo. A utilização de modelos matemáticos para ajustá-los aos dados experimentais tem mostrado grande relevância na prática, pois permite a diminuição dos ensaios exaustivos nos laboratórios. De acordo com a literatura existem diversos modelos matemáticos, teóricos, empíricos e semi-empíricos que podem ser utilizados. As curvas de secagem podem ajudar na escolha do tempo de secagem para se obter um produto com umidade desejada, resultando em um produto de boa qualidade. (DIONELLO et al., 2009; WUAGHON; PENA, 2008).

O presente trabalho foi desenvolvido com os objetivos de avaliar a cinética de secagem da polpa de acerola em camada de espuma e caracterizar fisicamente os pós obtidos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada polpa de acerola industrializada da marca Kipolpa, adquirida no

comércio local da cidade de Garanhuns (PE), sendo transportadas para o Laboratório de Química da UFRPE-UAG, onde foram armazenadas em temperatura de refrigeração 9°C até o momento da utilização.

O pó de acerola foi obtido através do método de secagem em camada de espuma a partir de uma formulação constituída por 3% Emustab + 2% Super-Liga-Neutra, correspondendo à 95% de polpa de acerola e 5% de aditivos, conforme a metodologia descrita por Silva et al. (2008). Essa formulação foi disposta em bandejas de alumínio com formato circular, empregando-se 6 mm de espessura para camada de espuma, que em seguida foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar, nas temperaturas de 60, 70 e 80°C. O material seco foi removido com espátula de plástico, sendo posteriormente triturado em um multiprocessador doméstico e armazenado em sacos de polietileno de alta densidade. O pó obtido foi caracterizado fisicamente quanto aos parâmetros de solubilidade, molhabilidade, densidade aparente, densidade compactada e ângulo de repouso.

A solubilidade do pó foi determinada colocando-se 2 g da amostra em 50 mL de água destilada à temperatura ambiente, em um béquer de 150 mL sob agitação constante, utilizando um agitador magnético e verificando com auxílio do cronômetro o tempo decorrido para a dissolução total da amostra seguindo a metodologia descrita por Goula e Adamopoulos (2005).

A molhabilidade do pó foi realizada com 1 g da amostra que foi vertida em um béquer de 250 mL, contendo 100 mL de água destilada à temperatura ambiente, verificando-se através do cronômetro o tempo necessário para a completa imersão do pó, conforme a metodologia proposta por Schubert (1993). O cálculo da taxa de molhabilidade foi feito conforme a Equação 1.

$$M=N/t \quad (1)$$

Onde: M – molhabilidade; N – massa da amostra em (g); t – tempo (min).

A densidade aparente ( $\rho_{ap}$ ) foi determinada pesando-se a amostra em uma proveta graduada de 10 mL, sendo posteriormente calculada a relação entre a massa da amostra e o volume da proveta segundo a Equação 2.

$$\rho_{ap}=m/V \quad (2)$$

Onde:  $\rho_{ap}$  - densidade aparente ( $g/cm^3$ ); m - massa (g); V – volume da proveta ( $cm^3$ ).

A densidade compactada ( $\rho_c$ ) foi avaliada de acordo com a metodologia de Tonon et al. (2009), que consiste em pesar a amostra em uma proveta graduada de 10 mL e aplicar 50 batimentos na proveta sobre a bancada; empregando-se uma altura fixa de 2,5 cm. Anota-se o volume no qual a amostra foi compactada e calcula-se a relação entre a massa e o volume compactado de acordo com a Equação 3.

$$\rho_c=m/V_c \quad (3)$$

Onde:  $\rho_c$  - densidade compactada ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ); m - massa (g);  $V_c$  - volume compactado ( $\text{cm}^3$ ).

O ângulo de repouso foi determinado utilizando um tubo plástico com formato cilíndrico, preenchido totalmente com a amostra em pó, que em seguida vertido em uma superfície plana. As medidas do ângulo de repouso estático foram utilizadas como indicação da capacidade de escoamento ou fluidez do pó. Essa análise foi realizada em triplicata, porém foi escolhida a melhor repetição.

A cinética de secagem foi determinada em triplicata para cada temperatura estudada, 60, 70 e 80°C. As bandejas contendo as amostras (espuma de acerola), foram colocadas na estufa com circulação forçada de ar nas temperaturas citadas e durante a secagem foram pesadas em intervalos regulares de tempo até massa constante. Adotou-se como critério para determinação da massa constante três medidas consecutivas, sem alteração de gramatura das amostras.

Os dados experimentais obtidos durante a cinética de secagem foram expressos em gráficos de curvas de secagem RU (Razão de umidade em função do tempo), sendo utilizados 3 modelos matemáticos (Page; Henderson e Pabis; e Cavalcanti Mata) conforme a Tabela 1, que foram ajustados às curvas de secagem.

Os dados experimentais obtidos através das análises físicas dos pós de acerola foram avaliados estatisticamente utilizando-se o programa computacional ASSISTAT,

versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2009). O teste de comparação entre médias aplicado foi o de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os modelos matemáticos foram ajustados aos dados experimentais da cinética de secagem, utilizando o programa computacional STATISTICA, versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

Tabela 1. Modelos matemáticos utilizados no ajuste das curvas de secagem.

Modelo	Equação
Page (1949)	$RU = \exp(-Kt^n)$
Henderson e Pabis (1968)	$RU = a \cdot \exp(-Kt)$
Cavalcanti Mata (2006)	$RU = a_1 \cdot \exp(-bt^{a_2}) + a_3 \cdot \exp(bt^{a_4}) + a_5$

RU- Razão de umidade (adimensional); t – tempo de secagem; n, a, b, a1, a2, a3, a4, a5 – coeficientes dos modelos de secagem; K – constantes dos modelos de secagem.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios com respectivos desvios padrão dos parâmetros físicos dos pós de acerola obtidos através da secagem em camada de espuma à 60, 70 e 80°C.

Tabela 2. Valores médios e desvios padrão dos parâmetros físicos dos pós de acerola obtidos em secagem de camada de espuma à 60, 70 e 80°C.

Parâmetros	Pós de acerola em camada de espuma		
	Temperaturas de secagem		
	60°C	70°C	80°C
Atividade de água (25°C)	0,330 ± 0,331 <sup>a</sup>	0,311 ± 0,001 <sup>b</sup>	0,276 ± 0,003 <sup>c</sup>
Densidade aparente ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,122 ± 0,121 <sup>c</sup>	0,192 ± 0,189 <sup>b</sup>	0,228 ± 0,232 <sup>a</sup>
Densidade compactada ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0,177 ± 0,009 <sup>c</sup>	0,258 ± 0,005 <sup>b</sup>	0,284 ± 0,006 <sup>a</sup>
Solubilidade (g/min)	0,240 ± 0,006 <sup>c</sup>	0,302 ± 0,019 <sup>b</sup>	0,433 ± 0,006 <sup>a</sup>
Molhabilidade (g/min)	0,246 ± 0,010 <sup>c</sup>	0,314 ± 0,012 <sup>b</sup>	0,452 ± 0,073 <sup>a</sup>
Luminosidade (L*)	37,833 ± 0,310 <sup>a</sup>	33,166 ± 0,550 <sup>b</sup>	32,100 ± 0,200 <sup>c</sup>
Intensidade de vermelho (+a*)	24,200 ± 0,360 <sup>c</sup>	27,233 ± 0,290 <sup>a</sup>	25,800 ± 0,260 <sup>b</sup>
Intensidade de amarelo (+b*)	26,766 ± 0,290 <sup>a</sup>	22,900 ± 0,560 <sup>b</sup>	21,333 ± 0,250 <sup>c</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observando a Tabela 2, verifica-se que houve diferença estatística nos valores médios de atividade de água dos pós de acerola, sendo a maior atividade de água 0,330, obtida para temperatura de 60°C e menor atividade de água 0,276 obtida para temperatura de 80°C, indicando que com o aumento da temperatura de secagem ocorre

uma diminuição dos valores médios da atividade de água. Comportamento semelhante foi verificado por Silva Filho (2012) em estudo com secagem em camada de espuma para obtenção da polpa de manga Haden em pó, observando que, quando a temperatura de secagem aumentou de 50 a 70°C nas espessuras de 0,5; 1,0 e 1,5

cm; houve diminuição da atividade de água na ordem de 21,01; 12,29 e 4,69%, respectivamente. Alimentos com atividade de água abaixo de 0,6, em geral, são considerados microbiologicamente estáveis e as deteriorações que podem ocorrer são induzidas pelas reações químicas ao invés de microrganismos (QUEK et al., 2007).

Os valores médios para densidade aparente foram de 0,122; 0,192 e 0,228 g/cm<sup>3</sup>, para as temperaturas de 60, 70 e 80°C respectivamente; onde apresentaram diferença estatística significativa, sendo observada uma tendência de aumento deste parâmetro em relação ao aumento da temperatura de secagem. Tonon et al. (2013) relataram valores médios de 0,37 g/cm<sup>3</sup> para formulação com (maltodextrina DE 20) e 0,39 g/cm<sup>3</sup> para formulação (maltodextrina DE 10), ao aplicar secagem por atomização para obtenção de açaí em pó, valores superiores aos obtidos para os pós de acerola neste trabalho.

Os valores de densidade compactada para os pós de acerola que foram de 0,177; 0,258 e 0,284 g/cm<sup>3</sup>, vê-se que estes apresentaram diferença estatística significativa, onde o comportamento foi de aumento deste parâmetro em relação ao aumento da temperatura de secagem. Moura (2015) estudando pitaya branca liofilizada relatou valores de 0,64 g/cm<sup>3</sup> para o pó de pitaya com 15% de maltodextrina e 0,80 g/cm<sup>3</sup> para o pó de pitaya com 25% de maltodextrina, observando uma tendência de aumento conforme a elevação da concentração de maltodextrina nas formulações.

Para solubilidade percebe-se que houve diferença estatística nos valores médios de solubilidade dos pós de acerola, sendo o valor máximo de solubilidade obtido para temperatura de 80°C com 0,433 g/min e solubilidade mínima de 0,240 g/min para temperatura de 60°C. Dantas (2010) encontrou valores médios de solubilidade para pós de abacaxi e manga, obtidos por meio da secagem em camada de espuma à 70°C, com 0,98 e 0,91 g/mL respectivamente.

Os valores médios para molhabilidade dos pós de acerola foram de 0,246; 0,314 e 0,452 g/min, para as temperaturas de 60, 70 e 80°C respectivamente. Nota-se que os valores médios de molhabilidade obtidos das amostras em pó, nas

temperaturas de 60 e 70°C são estatisticamente iguais; e estes são estatisticamente diferentes em relação à molhabilidade da amostra em pó na temperatura de 80°C. A molhabilidade é um ensaio simples que fornece um parâmetro de tempo necessário para o completo desaparecimento do pó da superfície do líquido em repouso. Observa-se que o pó obtido à 80°C levou mais tempo para submergir, enquanto que o pó obtido à 60°C apresentou um tempo de molhabilidade menor. Moura (2015) estudando pitaya branca liofilizada com diferentes teores de maltodextrina, observou que a molhabilidade variou de 0,48 (PB 15%) a 1,00 g/min (PB 20 e 25%), não ocorrendo diferença estatística significativa entre (PB 20 e 25%).

Com relação a Luminosidade (L\*), que varia do preto (0) ao branco (100) nesse parâmetro, os pós obtidos apresentaram valores de 37,8; 33,1 e 32,1 para as temperaturas de secagem de 60, 70 e 80°C respectivamente. Tendo em vista que houve diferença significativa entre as médias, observa-se que com o aumento da temperatura de secagem o parâmetro de luminosidade apresentou um declínio em suas médias, ou seja, a temperatura interferiu diretamente nesse parâmetro de cor. Melo (2008) estudando pós do fruto de mandacaru obtidos em camada de espuma com temperaturas de secagem variando de 70 a 90°C também observou esse comportamento, onde a luminosidade de seus pós foram de 45,8; 42,5 e 41,2 para as temperaturas de 70, 80 e 90°C. Com relação a intensidade de vermelho (+a\*) observa-se valores de 24,2; 27,2 e 25,8 para as temperaturas de 60, 70 e 80°C respectivamente. As médias se mostraram diferentes significativamente, onde a que apresentou maior valor foi para a temperatura de 70°C, ou seja, foi a que se mostrou mais vermelha (coloração padrão da acerola madura). A intensidade de amarelo (+b\*) apresentou um comportamento semelhante ao parâmetro de Luminosidade (L\*), uma vez que com o aumento da temperatura houve uma diminuição no valor de suas médias, sendo o pó obtido na temperatura de 60°C o mais amarelado. Estão apresentadas na Figura 1 as imagens dos ângulos de repouso dos pós de acerola, obtidos através da secagem em camada de espuma à 60, 70 e 80°C.

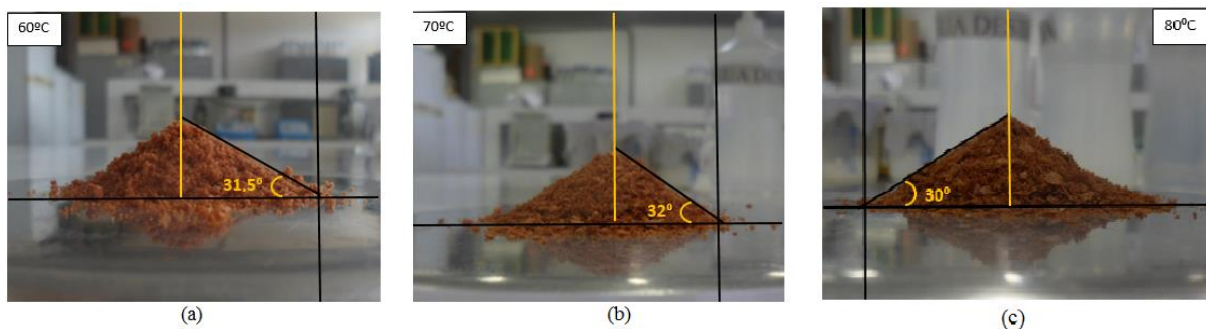


Figura 1. Ângulos de repouso dos pós de acerola obtidos por secagem em camada de espuma à 60°C (a), 70°C (b) e 80°C (c).

Assume-se que quanto menor é o ângulo de repouso, maior é a fluidez do pó, ainda podendo-se afirmar que a fluidez de um material e o ângulo de repouso estão correlacionados (USP, 2006). Analisando os resultados dos ângulos de repouso dos pós de acerola, em que os valores foram de 31,5°; 32° e 30°, para os pós obtidos à 60, 70 e 80°C respectivamente. Pode-se classificar segundo USP (2006) em fluxo bom os pós obtidos à 60 e 70°C, e em fluxo excelente o pó obtido à 80°C. Silva Filho (2012) em estudo com secagem em camada de espuma para obtenção de polpa de manga Haden em pó, obteve menor

ângulo de repouso 40°, para temperatura de 50°C, nas três espessuras de camada de espuma 0,5; 1,0 e 1,5 cm; e obteve maior ângulo de repouso 47°, para temperatura de 70°C, nas mesmas espessuras.

Nas Figuras 2, 3 e 4 apresentam-se as curvas da cinética de secagem da espuma de acerola nas temperaturas de 60, 70 e 80°C, com ajustes dos modelos matemáticos de Henderson e Pabis; Page; e Cavalcanti Mata, respectivamente.

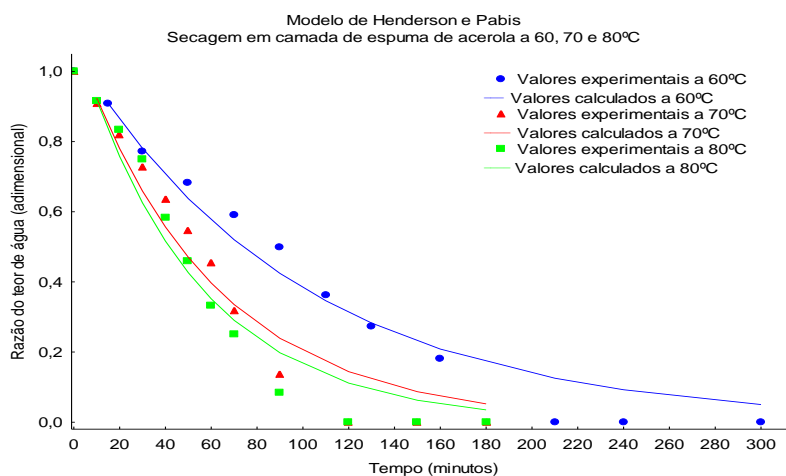


Figura 2. Dados experimentais e calculados pelo modelo de Henderson e Pabis para a cinética de secagem da espuma de acerola nas temperaturas de 60, 70 e 80°C.

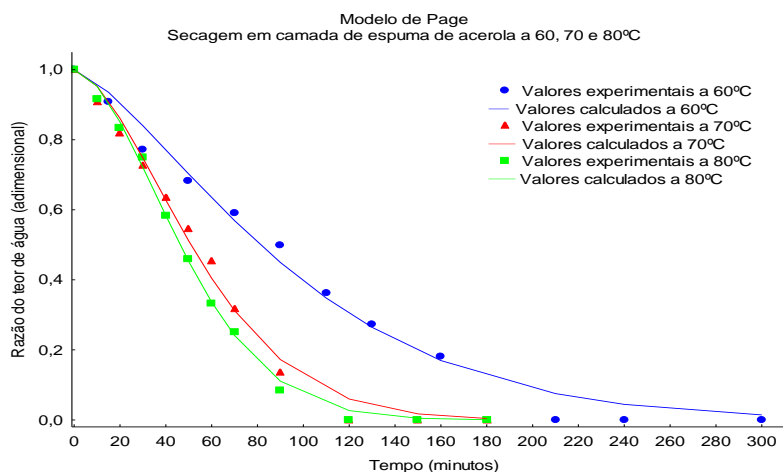


Figura 3. Dados experimentais e calculados pelo modelo de Page para a cinética de secagem da espuma de acerola nas temperaturas de 60, 70 e 80°C.

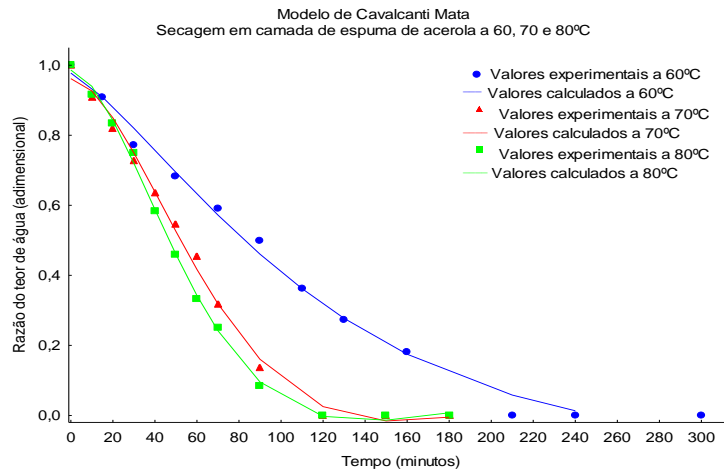


Figura 4. Dados experimentais e calculados pelo modelo de Cavalcanti Mata para a cinética de secagem da espuma de acerola nas temperaturas de 60, 70 e 80°C.

As referidas curvas são uma relação entre a razão do teor de água (adimensional) e tempo (minutos). Nelas se observa que as espumas de acerola seca a 60°C apresentaram menor remoção de água, quando comparadas com as espumas seca a 70 e 80°C. Verifica-se que a maior perda de água se deu para as espumas desidratadas a 80°C. As espumas de acerola seca a 60, 70 e 80°C apresentaram tempos de cinética de secagem iguais a 5, 3 e 3h respectivamente, verificando-se que com o aumento da temperatura de secagem há uma diminuição no tempo de processamento.

## CONCLUSÃO

Mediante os dados obtidos, pode-se concluir que para o parâmetro de atividade de água os pós de acerola apresentaram redução em seus valores conforme aumentava-se a temperatura de secagem. Os pós de acerola podem ser classificados como alimentos microbiologicamente estáveis, tendo em vista que obtiveram atividade de água abaixo de 0,6.

O pó de 60°C apresentou maior molhabilidade, enquanto que o pó de 80°C apresentou menor molhabilidade. O pó de 70°C é o mais vermelho, uma vez que apresentou maior valor de  $a^*$ , enquanto que o pó de 60°C é o mais amarelo, pois apresentou maior valor de  $b^*$ . Os pós de 60 e 70°C apresentaram fluxo de escoamento bom e o pó de 80°C apresentou fluxo excelente. Em relação a cinética de secagem a espuma seca a 80°C teve maior perda de água, enquanto que a espuma seca a 60°C teve menor perda de água. O aumento da temperatura ocasionou uma redução no tempo de secagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRENNAN, J. G. Food Dehydration: a dictionary and guide. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1994. 189p.

CAPARINO, O. A.; TANG, J.; NINDO, C. I.; SABLANI,

S. S.; POWERS, J. R.; FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (*Philippine 'Carabao' var*) poder. **Journal of Food Engineering**, v. 111, p. 135-148, 2012.

DANTAS, S. C. M. Desidratação de polpas de frutas pelo método *foam-mat*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. 2010.

DIONELLO, R. G.; *et al.* Secagem de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29(1): 232-240, 2009.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre, 2ª Ed, Editora Artmed, p.608, 2006.

GOULA, A. M; ADAMOPOULOS, K. G. Spray drying of tomato pulp in dehumidified air II- The effect on powder properties. **Journal of Engineering**, v.66, n.1, p.35-42, 2005.

GOMES, J. E. *et al.* Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, Maio 2001.

MELO, K. S. **Secagem da Polpa do Fruto do Mandacaru**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2008.

MOURA, R. L. **Liofilização de polpa de pitaya**. 2015. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, 2015.

QUEK, S. Y.; CHOK, N. K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spray-dried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v.46, n.5, p.386-392, 2007.

RITZINGER, R.; RITZINGER, C. H. S. P.; Acerola – Aspectos gerais da cultura. **Acerola em Foco**. Brasília: Embrapa Mandioca e Fruticultura, n. 09, 2004.

SILVA FILHO, E. D. **Obtenção e avaliação da qualidade da polpa de manga CV. Haden em pó, pelo método de secagem em camada de espuma**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 2012.

SILVA, F. A. S. E; AZEVEDO, C. A. V. de. **Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance**. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture. St. Joseph: ASABE, 2009. v. CD-Rom. p.1-5.

SILVA, A. S.; GURJÃO, K. C. O.; ALMEIDA, F. A. C.; BRUNO, R. L. A.; PEREIRA, W. E. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.6, p.1889-1905, 2008.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. V.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; Silva, A. Jr.; FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia Emarginata* D.C) pelo processo “Foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.164-170, 2001.

SCHUBERT, H. Instantization of powdered food products. **International Chemical Engineering**, v33, n1, p28-45, 1993.

STATSOFT, INC. **Programa computacional Statistica 7.0**. E.A.U. 2004.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.29, n.2, p.444-450, Abr./Jun. 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Revista Inclusão Social**, v. 6, n. 2, p. 70-76, 2013. USP: United States Pharmacopeia. Rockville: United States Pharmacopeial Convention, 2006.

WIDYASTUTIL, T. E. W.; SRIANTA, I. Development of functional drink based on foam mat dried papaya (*Carica papaya* L.); optimization of foam-mat drying process and

its formulation. **Internacional Journal of Food, Nutrition and Public Health**, v.4, n.2, p.167-176, 2011.

WUAGHON, T. S.; PENA, R. S. Modelagem da secagem em camada delgada da fibra residual do abacaxi. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.26, n.2, p.297-306, 2008.