



**6º Simpósio
de Segurança
Alimentar**

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE SECAGEM NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DO AÇAÍ (*Euterpe oleracea* Mart.)

B.F. Lucas¹, R.C. Zambiasi², J.A.V. Costa³

1- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 3233-6908 – Fax: 55 (53) 3233-8745 – e-mail: (barbarafranco_eng@hotmail.com).

2- Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos - Universidade Federal de Pelotas – CEP: 96010-900 - Pelotas – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 3275-7354 – e-mail: (zambiasi@gmail.com).

3- Escola de Química e Alimentos – Universidade Federal do Rio Grande – CEP: 96203-900 – Rio Grande – RS – Brasil, Telefone: 55 (53) 3233-6908 – Fax: 55 (53) 3233-8745 – e-mail: (jorgealbertovc@terra.com.br)

RESUMO – O objetivo do estudo foi determinar o método de secagem mais eficiente em termos de características físicas da polpa de açaí. A polpa de açaí foi seca utilizando leito de jorro, liofilizador e *spray dryer*. As amostras foram avaliadas quanto aos parâmetros de cor e microestrutura. Todos os parâmetros de cor foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pelos métodos de secagem. Os pós obtidos por secagem em leito de jorro e liofilização apresentaram menor variação de cor (ΔE) com relação à polpa fresca. A análise de microestrutura demonstrou partículas com superfícies irregulares e diâmetros inferiores a 100 μm para todas as amostras. Assim, pelas características do açaí em pó, as secagens em liofilizador e leito de jorro podem ser considerados os melhores métodos de secagem, pois mantêm as propriedades físicas mais próximas à da polpa fresca quando comparados ao *spray drying*, dentro das condições avaliadas.

ABSTRACT – The aim of this work was to define the most efficient drying process in terms of the physical characteristics of açaí pulp. The açaí pulp was dried using the spouted bed, freeze dryer and the spray dryer. The samples were evaluated with respect to color parameters and microstructure. All color parameters were significantly influenced ($p < 0.05$) by drying methods. The powders obtained by spouted bed and freeze drying showed lower color variation (ΔE) when compare with the fresh pulp. Microstructure analysis showed particles with irregular surfaces and diameters less than 100 μm for all samples. Thus, due to the açaí powder characteristics, the process in spouted bed and freeze drying can be considered the best drying methods, because they preserve the physical properties further than the spray dryer method in the studied conditions.

PALAVRAS-CHAVE: fruta tropical; leito de jorro; liofilização; *spray drying*.

KEYWORDS: tropical fruit. spouted bed; freeze drying; spray drying.

1. INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea*) é um fruto natural do Brasil, encontrado principalmente nos estados do Pará, Amapá, Maranhão e Tocantins (Yamaguchi et al., 2015). Este fruto possui elevado conteúdo de nutrientes, como proteínas, lipídios e fibras (Tonon et al., 2009a).

Em 2016, a produção do açaí no Brasil ultrapassou 215 mil toneladas (IBGE, 2016). Porém, o local de produção do açaí dificulta sua comercialização e o fruto não processado se degrada



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

rapidamente sob condições ambientais, sendo portanto, de extrema importância o processamento do fruto logo após sua colheita (Fernandes et al., 2016; Tonon et al., 2009b).

Para estender o período útil do fruto pode-se utilizar o método de secagem, pelo qual se remove grande percentual de água, aumentando a sua estabilidade frente aos processos bioquímicos de degradação (Costa et al., 2015; Tonon et al., 2010). Sendo assim, a secagem da polpa utilizando o método de *spray drying* (Tonon et al., 2009a; Romualdo et al., 2015), a liofilização (Schauss et al., 2006) e a secagem em leito de jorro (Costa et al., 2015) são consideradas alternativas para auxiliar na conservação do fruto.

Embora as propriedades deste fruto tenham sido extensivamente investigadas (Fernandes et al., 2016; Tonon et al., 2009b), existe apenas um número limitado de estudos que avaliaram as características físicas após a secagem da polpa de açaí (Costa et al., 2015; Tonon et al., 2010). Além disso, cada método de secagem apresenta particularidades, e não há relatos de estudos que comparem os métodos de secagem em leito de jorro, liofilizador e *spray dryer* na manutenção das características físicas do produto. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi determinar o efeito dos métodos de secagem sobre as características físicas da polpa de açaí.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias-Primas

A polpa fresca de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) foi obtida do comércio (Amapá, Brasil), e acondicionada em embalagens de polietileno a -18°C para posterior utilização.

2.2 Métodos de secagem

Leito de Jorro: Os experimentos foram realizados segundo a metodologia descrita por Larrosa et al. (2015), em leito de jorro de geometria cônica com diâmetro (D_c) de 0,175 m, altura de 0,15 m e base de vidro com ângulo de 60° . A pasta de polpa de açaí foi previamente condicionada até um teor de sólidos de $0,10\text{ g g}^{-1}$. O material seco foi transportado pelo ar de secagem, recolhido em recipiente de vidro na saída do ciclone e armazenado a -18°C .

Liofilização: A polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) foi congelada a -80°C em ultrafreezer (Indrel, modelo IULT 90-D, Brasil) (Fernandes e Mellado, 2018) e após liofilizada durante 48 h a -55°C (Liobras, modelo L108, Brasil) (Rocha et al., 2018). A amostra liofilizada foi armazenada em frasco de vidro âmbar a -18°C .

Spray drying: A amostra de polpa de açaí foi descongelada em refrigerador (4°C) e condicionada com água destilada até a concentração de 96,12% de umidade. A secagem foi então realizada a partir da pulverização da amostra por *spray dryer* (MSD 0.5, Labmaq do Brasil, Ribeirão Preto, Brasil). A taxa de alimentação foi $0,5\text{ L}_{\text{amostra}}\text{ h}^{-1}$ e a vazão de ar de secagem foi $1,8\text{ m}^3\text{ min}^{-1}$ com temperatura de entrada e saída do ar fixadas em 210 e 120°C , respectivamente. O bico atomizador utilizado foi de 1,2 mm.

2.3 Análises do açaí fresco e do açaí seco

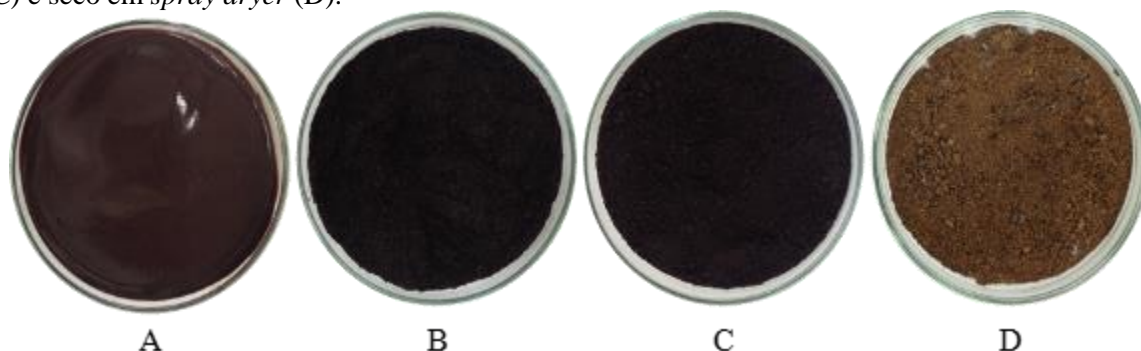
A cor do açaí foi avaliada utilizando colorímetro (Chroma meter CR-400, Konica minolta, Tóquio, Japão) e foi denotada pelas dimensões L^* , a^* e b^* . O Chroma (C^*), ângulo hue (h) e a variação total de cor (ΔE) também foram calculados a fim de avaliar a influência da secagem na coloração do fruto, a partir das equações: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$; $h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$; $\Delta E = [(L - L_0)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2]^{1/2}$. Para avaliação da microestrutura, as amostras de açaí em pó foram recobertas com ouro a partir de pulverização catódica (Desk-V-Standard, Denton Vacuum, LLC, Moorestown, N.J, EUA) e

após, as microestruturas foram examinadas utilizando voltagem de aceleração de 15 kV em microscópio eletrônico de varredura (JSM-6610LV, JEOL Ltd., Japão). Os dados foram analisados utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey foi utilizado para determinar as diferenças significativas a $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cor exerce papel fundamental na aceitabilidade dos alimentos, sendo um dos principais atributos avaliados pelo consumidor (Larrosa et al., 2015). Os parâmetros de cor L^* , b^* , C e h das amostras secas (Figura 1 B-D) demonstraram diferenças significativas ($p < 0,05$) (Tabela 1) em relação à polpa de açaí (Figura 1 A).

Figura 1 – Visualização da polpa de açaí (A), do açaí seco em leite de jorro (B), seco em liofilizador (C) e seco em *spray dryer* (D).



Após a secagem houve aumento significativo do parâmetro C^* nas amostras obtidas em todos os métodos de secagem (Tabela 1). Isto ocorreu, porque a secagem concentra os biocompostos pela eliminação da água, resultando em amostras de coloração vermelha mais intensa, com maior saturação (C^*) e menor luminosidade (L^*). A exceção foi com a amostra seca em *spray dryer*, a qual apresentou aumento de luminosidade (L^*). Este aumento de L^* pode ser explicado pelo tamanho das partículas obtidas após a secagem por este método (Figura 2F), as quais possivelmente se degradam com maior facilidade durante a exposição ao ar quente (210°C). Além disso, o aumento de L^* (Tabela 1) após a secagem por *spray drying* pode estar relacionado ao fato da amostra não ter recebido a proteção ao redor de sua superfície, que, neste método é comumente fornecida por um agente carreador (Tonon et al., 2010), qual não foi utilizado no presente estudo.

Tabela 1 - Parâmetros de cor avaliados na polpa de açaí (A), no açaí seco em leite de jorro (B), seco em liofilizador (C) e seco em *spray dryer* (D).

Parâmetros ¹	A	B	C	D
L^*	22,17 ^b ± 0,29	10,11 ^d ± 0,27	11,16 ^c ± 0,48	32,93 ^a ± 0,35
a^*	3,82 ^c ± 0,39	3,65 ^c ± 0,10	7,92 ^b ± 0,15	9,82 ^a ± 0,09
b^*	1,08 ^d ± 0,22	3,03 ^b ± 0,08	1,93 ^c ± 0,03	11,72 ^a ± 0,12
C^*	3,97 ^d ± 0,44	4,74 ^c ± 0,12	8,15 ^b ± 0,15	15,29 ^a ± 0,12
h	15,63 ^c ± 1,59	39,68 ^b ± 0,61	13,71 ^d ± 0,30	50,05 ^a ± 0,33
ΔE	(*)	12,22 ^b ± 0,26	11,79 ^b ± 0,47	16,28 ^a ± 0,30

Média ± desvio padrão ($n = 10$). Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as amostras ($p < 0,05$).

¹ - L^* = luminosidade; a^* e b^* = coordenadas cromáticas (+ a^* = vermelho e - a^* = verde; + b^* = amarelo e - b^* = azul); C^* = Chroma; h = ângulo Hue e ΔE = Variação total de cor.

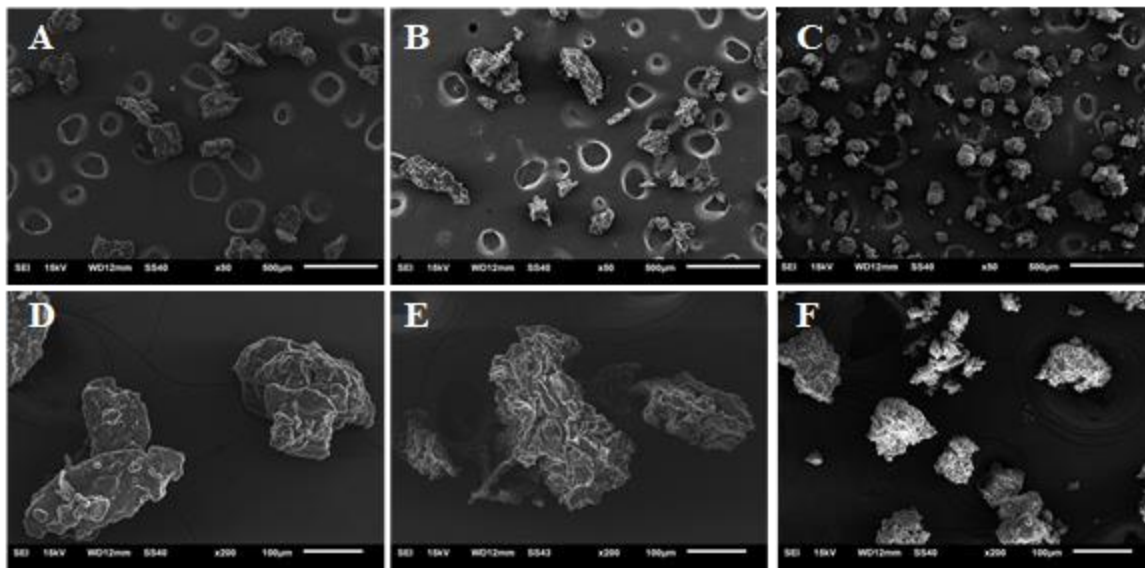
(*) = Padrão (L^*_0 , a^*_0 ; b^*_0) no cálculo de ΔE das amostras de açaí seco.

Silva et al. (2016) obtiveram para polpa de açaí L^* (25,71), a^* (1,23), b^* (-1,23) e C^* (1,74), resultados próximos aos obtidos no presente estudo. Os autores também realizaram secagem em liofilizador e *spray dryer* e observaram aumento significativo dos parâmetros a^* e C^* após a secagem.

A amostra seca no leito de jorro não diferiu significativamente ($p < 0,05$) da amostra liofilizada com relação à variação total de cor (ΔE). Além disso, estas amostras apresentaram menor ΔE quando comparada à amostra seca no *spray dryer*. Com relação ao ângulo hue (h), todas as amostras avaliadas ficaram situadas no primeiro quadrante, entre vermelho (+a) e amarelo (+b), o que era esperado devido a presença de antocianinas e carotenoides, que são os pigmentos predominantes neste fruto (Torma et al., 2017).

Os efeitos causados na polpa do açaí após a secagem foram observados em microfotografias (Figura 2). Os pós apresentaram partículas de vários tamanhos nas amostras obtidas por todos os métodos, com diâmetros inferiores a $100\mu\text{m}$. Estes tamanhos de partícula são indicados para aplicação em diversos alimentos, devido à maior facilidade para homogeneização quando comparada a partículas maiores ($> 500\mu\text{m}$) obtidas a partir de outros métodos de secagem, como em secador de bandejas (Larrosa et al., 2015).

Figura 2 – Microfotografia do açaí seco em leito de jorro (A,D), seco em liofilizador (B,E) e seco em *spray dryer* (C,F).



A polpa de açaí em pó apresentou partículas com estruturas porosas e superfícies irregulares (Figura 2D-F). As partículas obtidas a partir das secagens em liofilizador e em leito de jorro foram similares as obtidas em outros estudos que realizaram a secagem de frutas. Caparino et al. (2012) realizaram secagem de manga em liofilizador e observaram estruturas irregulares e porosas. Segundo os autores, a porosidade destas partículas é resultado do gelo que permanece no interior do material durante este processo, o que previne o encolhimento e colapso da estrutura do fruto. Costa et al. (2015), ao utilizar leito de jorro para secar polpa de açaí também observaram pós com diferentes formas, além de estrutura porosa e irregular. Segundo os autores, este formato está associado à deformidade mecânica causada pelo atrito entre as partículas e contra a parede do leito durante a secagem.



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

Os pós obtidos no método de secagem por *spray dryer* apresentaram tamanhos entre 50 e 100 μm além da morfologia irregular. Esta morfologia observada contrasta a obtida por Tonon et al. (2009b), os quais efetuaram a secagem de polpa de açaí em *spray dryer* e observaram partículas esféricas e regulares. A irregularidade morfológica observada no presente estudo ocorre porque não foram utilizados agentes carreadores (p.ex. maltodextrina, goma arábica e amido de tapioca) como material de parede para encapsulação da polpa. No presente estudo não foi utilizado nenhum agente carreador, pois o objetivo foi de preservar o máximo possível as características da polpa pura de açaí.

4. CONCLUSÕES

Os pós obtidos a partir da secagem em leito de jorro e por liofilização apresentaram menor diferença de cor com relação à polpa fresca. As amostras obtidas por todos os métodos de secagem resultaram em microestrutura com superfícies irregulares e diâmetros inferiores a 100 μm . Os métodos de secagem em liofilizador e em leito de jorro foram considerados os melhores métodos de secagem para a manutenção de características físicas da polpa de açaí, dentro das condições avaliadas, pois mantiveram as propriedades de cor mais próximas à da polpa fresca.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) pelo apoio financeiro, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caparino, O. A., Tang, J., Nindo, C. I., Sablani, S. S., Powers, J. R., & Fellman, J. K. (2012). Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao' var.) powder. *Journal of Food Engineering*, 111, 135–148.
- Costa, R. G., Andreola, K., Mattietto, R. A., Faria, L. J. G., & Taranto, O. P. (2015). Effect of operating conditions on the yield and quality of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced in spouted bed. *LWT - Food Science and Technology*, 64, 1196-1203.
- Fernandes, E. T. M. B., Maciel, V. T., Souza, M. L., Furtado, C. M., Wadt, L. H. O., & Cunha, C. R. (2016). Physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and açaí nectar: characterization and changes during storage. *Food Science and Technology*, 36, 413-420.
- Fernandes, S. S., & Mellado, M. M. S. (2018). Development of mayonnaise with substitution of oil or egg yolk by the addition of chia (*Salvia Hispânica* L.) mucilage. *Journal of Food Science*, 83(1), 74-83.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2016). *Produção da extração vegetal e da silvicultura*. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2016>.
- Larrosa, A. P. Q., Cadaval Jr, T. R. S., & Pinto, L. A. A. (2015). Influence of drying methods on the characteristics of a vegetable paste formulated by linear programming maximizing antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 178-185.
- Rocha, M., Alemán, A., Romani, V. P., López-Caballero, M. E., Gómez-Guillén, C., Montero, P., & Prentice, C. (2018). Effects of agar films incorporated with fish protein hydrolysate or clove essential oil on flounder (*Paralichthys orbignyanus*) fillets shelf-life. *Food Hydrocolloids (In press)*.
- Romualdo, G. R., Fragoso, M. F., Borguini, R. G., Santiago, M. C. P. A., Fernandes, A. A. H., & Barbisan, L. F. (2015). Protective effects of spray-dried açaí (*Euterpe oleracea* Mart) fruit pulp against initiation step of colon carcinogenesis. *Food Research International*, 77, 432–440.



6º Simpósio de Segurança Alimentar

Desvendando Mitos

15 a 18 de maio de 2018

FAURGS • Gramado • RS

Schauss, A. G., Wu, X., Prior, R. L., Ou, B., Huang, D., Owens, J., Agarwal, A., Jensen, G. S., Hart, A. N., & Shanbrom, E. (2006). Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (Acai). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 8604-8610.

Silva, L. B., Annetta, F. E., Alves, A. B., Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Silva, M. G., & Efraim, P. (2016). Effect of differently processed açai (*Euterpe oleracea* Mart.) on the retention of phenolics and anthocyanins in chewy candies. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 2603–2612.

Tonon, R. V., Baroni, A. F., Brabet, C., Gibert, O., Pallet, D., & Hubinger, M. D. (2009a). Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. *Journal of Food Engineering*, 94, 215–221.

Tonon, R. V., Brabet, C., Pallet, D., Brat, P., & Hubinger, M. D. (2009b). Physicochemical and morphological characterisation of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 1950–1958.

Tonon, R. V., Brabet, C., & Hubinger, M. D. (2010). Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. *Food Research International*, 43, 907–914.

Torma, P. C. M. R., Brasil, A. V. S., Carvalho, A. V., Jablonski, A., Rabelo, T. K., Moreira, J. C. F., Gelain, D. P., Flôres, S. H., Augusti, P. R., & Rios, A. O. (2017). Hydroethanolic extracts from different genotypes of açai (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). *Food Chemistry*, 222, 94–104.

Yamaguchi, K. K. L., Pereira, L. F. R., Lamarão, C. V., Lima, E. S., & Veiga-Junior, V. F. (2015). Amazon acai: Chemistry and biological activities: A review. *Food Chemistry*, 179, 137–151.