

Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí

Renata Valeriano Tonon

Pós-Doutora pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP –Brasil, e pelo Centre de Cooperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) – Montpellier – França. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Embrapa Agroindústria de Alimentos - Rio de Janeiro, RJ – Brasil.

E-mail: renata.tonon@embrapa.br

Catherine Brabet

Bioquímica, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora do Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement/ Département Amélioration des Méthodes pour l'Innovation Scientifique (CIRAD/AMIS).

Miriam Dupas Hubinger

Livre-docência - Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Pós-Doutora pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal. Pós-Doutora pela Université de Pau et des Pays de l'Adour - França. Doutora em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Professora da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Engenharia de Alimentos – Campinas, SP - Brasil.

E-mail: mhub@fea.unicamp.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a caracterização de um produto em pó com alto valor nutricional a partir do açaí, uma das principais fontes de renda da população amazônica. Nesse sentido, a polpa de açaí foi microencapsulada pelo processo de secagem por atomização (*spray drying*), utilizando diferentes agentes carreadores. O produto foi caracterizado em relação às suas propriedades físicoquímicas, e a estabilidade de seus pigmentos à estocagem em diferentes condições de temperatura e umidade relativa foi avaliada. Os resultados mostraram que a estocagem

em menores temperaturas e umidades relativas resultou em boa proteção das antocianinas, principais pigmentos presentes na polpa de açaí, sugerindo que o pó produzido pode ser utilizado como ingrediente e/ou corante na formulação de diversos produtos alimentícios. A produção da polpa de açaí em pó utilizando uma tecnologia relativamente simples pode representar um incentivo às micro e pequenas empresas, bem como uma alternativa de geração de renda para os ribeirinhos durante a época da entressafra.

Palavras-chave

Açaí. Estabilidade à estocagem. Pigmento. Pó.

Use of spray drying for obtaining functional products with high added value from açaí

Abstract

This work aims at the development and characterization of a powdered product with high nutritional value from açaí, one of the main financial sources of the Amazon population. In this sense, açaí pulp was microencapsulated by spray drying, using different carrier agents. The product was characterized with respect to its physico-chemical properties, and pigments stability during storage in different conditions of temperature and relative humidity was evaluated. Results showed that storage at lower temperatures and relative humidity resulted in a good protection of anthocyanins, the main pigments present in açaí, suggesting that the powder produced can be used as an ingredient and/or colorant in the formulation of many food products. The production of açaí pulp powder using a relatively simple technology could be an incentive to micro and small enterprises, as well as an alternative financial source for the local producer during the off-season.

Keywords

Açaí, powder, pigment, storage stability.

INTRODUÇÃO

O cultivo do açaí é uma das principais atividades econômicas da Amazônia, representando a principal atividade geradora de renda para a maioria da população ribeirinha da região do Marajó.

O açaí, além de ser uma fruta com alto valor energético, também é rica em fibras, vitamina E, proteínas e minerais (ROGEZ, 2000). Além disso, vem chamando a atenção por seu alto teor de antocianinas, não apenas por suas propriedades funcionais, que têm levado várias empresas estrangeiras a produzirem cápsulas de açaí, mas também pelo fato de a fruta ser considerada importante fonte de pigmentos naturais, que não apresentam efeitos tóxicos e podem contribuir para a diminuição do uso de pigmentos sintéticos em alimentos.

No entanto, devido à sua alta perecibilidade, o açaí apresenta uma vida de prateleira muito curta, mesmo sob refrigeração. Além disso, as antocianinas são pigmentos bastante instáveis ao processamento e armazenamento. Assim, a indústria busca constantemente por processos simples que visem aumentar a vida útil do açaí e melhorar a estabilidade das antocianinas.

Nesse contexto, a microencapsulação por *spray drying* representa uma alternativa interessante, que tem como principal função proteger o material encapsulado de fatores que possam vir a causar sua deterioração (GHARSALLAOUI et al., 2007). A secagem por atomização consiste na pulverização do líquido em um compartimento que recebe um fluxo de ar quente, de modo que a rápida evaporação da água permite a secagem de produtos sensíveis ao calor, sem afetar demasiadamente sua qualidade. O processo pode ser considerado econômico e flexível, sendo realizado em um equipamento de fácil manipulação. Os produtos em pó resultantes da secagem podem ser utilizados tanto como corantes naturais em alimentos e cosméticos, quanto na produção de cápsulas (apresentando a vantagem do menor custo em relação às cápsulas encontradas atualmente no mercado, em geral produzidas por liofilização), ou ainda como suplemento alimentar para crianças e atletas.

A produção de pós com alto valor nutricional utilizando tecnologias simples pode representar uma alternativa de atividade econômica que gere renda para os ribeirinhos durante a época da entressafra, uma vez que a polpa de açaí congelada produzida na época da safra pode ser utilizada como matéria-prima. Além disso, o desenvolvimento de produtos com alto valor agregado a partir de matérias-primas de baixo custo deve resultar em maior incentivo à inovação tecnológica dentro da indústria, bem como em micro e pequenas empresas mais competitivas, tanto no mercado interno como no externo.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um produto com alto valor nutricional a partir do açaí, uma das principais fontes de renda da população amazônica. O produto em pó à base de açaí foi produzido utilizando-se diferentes agentes carreadores, sendo analisado em relação às suas propriedades físico-químicas e à estabilidade à estocagem. Os resultados apresentados neste artigo são relativos à parte de uma tese de doutorado desenvolvida nesse tema, em um período de quatro anos.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Como matéria-prima, foi utilizada polpa de açaí média adquirida da empresa Palamaz Ind. e Com. Ltda. (Belém, Brasil). A polpa foi armazenada em câmara frigorífica a -18°C, sendo descongelada de acordo com a quantidade necessária para cada ensaio.

Agentes carreadores

Como agentes carreadores, foram utilizados os seguintes materiais: maltodextrina MOR-REX 1910® e maltodextrina MOR-REX 1920® (consideradas como 10DE e 20DE), da Corn Products (Mogi-Guaçu, Brasil), goma arábica Instantgum BA®, da Colloïdes Naturels Brasil (São Paulo, Brasil) e fécula de mandioca Tapioca Starch®, da National Starch and Chemical Company (São Paulo, Brasil).

Preparo das amostras

Inicialmente, a polpa de açaí foi descongelada e filtrada a vácuo em papel de filtro, a fim de eliminar os sólidos em suspensão e reduzir o teor de lipídeos, diminuindo, assim, os riscos de oxidação do produto. Posteriormente, o agente carreador foi adicionado ao filtrado obtido, em uma proporção de sólidos do suco: agente carreador de 1:2, até a completa dissolução.

A secagem por atomização foi realizada em um mini spray dryer Lab Plant, modelo SD-05 (Huddersfield, U.K.), com bico injetor de 1,5 mm de diâmetro, fluxo de ar de 73 m³/h e pressão do ar de 0,6 bar. A vazão mássica de alimentação utilizada foi de 15g/min e as temperaturas do ar de entrada e de saída foram de 140±2°C e 78±2°C, respectivamente.

Análises físicoquímicas

Umidade

A umidade dos pós foi determinada por gravimetria, em estufa a vácuo a 70°C, até peso constante (OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS, 2006).

Atividade de água

A atividade de água foi determinada em um higrômetro digital Aqualab 3TE (Decagon, Pullman, USA), a 25°C.

Densidade aparente e densidade absoluta

Para determinação da densidade aparente (ρ_{ap}), 2g do pó foram transferidos para uma proveta graduada e a densidade foi calculada dividindo-se a massa pelo volume ocupado pelo pó.

A densidade absoluta (ρ_{abs}) das amostras foi determinada a 25°C em um picnômetro de gás hélio automático AccuPyc 1330 Automatic Gas Pycnometer (Micromeritics, Norcross, USA).

Porosidade intragranular

A porosidade intragranular (ϵ) dos pós foi determinada de acordo com a equação (1):

$$\epsilon = 1 - \frac{\rho_{ap}}{\rho_{abs}}$$

Solubilidade

A solubilidade foi determinada de acordo com Cano-Chauca et al. (2005). O método consiste na adição de 1 g de amostra a um recipiente contendo 100 ml de água destilada, operando com agitação magnética a alta velocidade por 5 minutos, seguida por uma centrifugação a 3000'g, também por 5 minutos. Posteriormente, uma alíquota de 25 ml do sobrenadante é retirada e levada à estufa a 105°C, até peso constante. A solubilidade é calculada pela diferença de peso.

Avaliação da estabilidade

Para a avaliação da estabilidade, as amostras foram colocadas em placas de Petri e armazenadas em potes herméticos contendo soluções saturadas de MgCl₂ e de Mg(NO₃)₂, de forma a criarem ambientes com umidades relativas iguais a 32,8 e 52,3%, respectivamente. Os potes, que não permitiam a passagem de luz para o produto, foram armazenados a 25°C e a 35°C e as amostras foram analisadas a cada 15 dias, durante 4 meses, com relação ao teor de antocianinas totais e à atividade antioxidante.

Teor de antocianinas

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método espectrofotométrico (Francis, 1982) e expresso em função da cianidina-3-rutinosídeo (antocianina majoritária identificada na polpa de açaí utilizada).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Umidade, atividade de água e solubilidade

Os resultados de umidade e de atividade de água obtidos para as partículas produzidas com os diferentes agentes carreadores estão apresentados na tabela 1, a seguir.

As umidades obtidas para as partículas produzidas com os diferentes agentes carreadores foram

TABELA 1

Umidade, atividade de água e solubilidade dos pós produzidos com diferentes agentes carreadores

Agente carreador	Umidade (% b.u.)	Atividade de água	Solubilidade (%)
Maltodextrina 10DE	2,57 ± 0,15 ^a	0,229 ± 0,006 ^a	94,44 ± 1,95 ^a
Maltodextrina 20DE	2,88 ± 0,12 ^b	0,245 ± 0,002 ^b	96,12 ± 2,27 ^a
Goma arábica	3,04 ± 0,19 ^b	0,244 ± 0,002 ^b	94,78 ± 1,57 ^a
Fécula de mandioca	2,40 ± 0,18 ^a	0,189 ± 0,002 ^c	32,08 ± 0,60 ^b

inferiores a 3%, indicando uma disponibilidade muito pequena de água para a ocorrência de reações químicas e crescimento microbiológico. Esses valores são da mesma ordem de grandeza dos reportados por Papadakis, Gardeli e Tzia (2006) e por Quek, Chok e Swedlund (2007), na secagem de suco de uva e suco de melancia, respectivamente.

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as amostras produzidas com diferentes agentes carreadores ($p \leq 0,05$).

Em relação à atividade de água, todas as amostras apresentaram valores abaixo de 0,3, o que é bastante favorável à estabilidade dos alimentos, uma vez que não permite a multiplicação de microorganismos e o retarda o escurecimento não-enzimático, uma das principais reações de deterioração (FENNEMA, 1996).

As partículas produzidas com maltodextrina e goma arábica se mostraram bastante solúveis e não apresentaram diferença significativa entre si em relação a esta propriedade, o que era esperado, uma

vez que estes materiais apresentam alta solubilidade. O processo realizado com fécula de mandioca, em contrapartida, resultou em partículas pouco solúveis. A mesma análise de solubilidade feita para as amostras foi realizada para a fécula de mandioca pura, obtendo-se um valor de $0,60 \pm 0,07\%$.

A fécula utilizada estava em sua forma nativa, que é altamente insolúvel à temperatura ambiente, o que explica os resultados obtidos. De acordo com Mishra e Rai (2006), a baixa solubilidade dos amidos nativos pode ser atribuída à estrutura semi cristalina dos grânulos e às pontes de hidrogênio formadas entre os grupos hidroxila presentes em suas moléculas.

Densidade aparente, densidade absoluta e porosidade

Os resultados de densidade aparente, densidade absoluta e porosidade, obtidos para as partículas produzidas com os diferentes agentes, são apresentados na tabela 2.

TABELA 2

Densidade aparente, densidade absoluta e porosidade das partículas produzidas com diferentes agentes carreadores

Agente carreador	Densidade aparente (g/cm ³)	Densidade absoluta (g/cm ³)	Porosidade (%)
Maltodextrina 10DE	0,390 ± 0,015 ^a	1,531 ± 0,004 ^a	74,50 ± 1,01 ^a
Maltodextrina 20DE	0,370 ± 0,016 ^a	1,511 ± 0,004 ^b	75,49 ± 1,07 ^a
Goma arábica	0,377 ± 0,011 ^a	1,491 ± 0,008 ^c	74,70 ± 0,72 ^a
Fécula de mandioca	0,480 ± 0,005 ^b	1,514 ± 0,001 ^b	68,33 ± 0,30 ^b

As amostras produzidas com fécula de mandioca foram as que apresentaram a maior densidade aparente, enquanto as demais amostras não mostraram diferença significativa entre si. A maior densidade aparente da amostra produzida com fécula de mandioca pode ser explicada pelo maior peso molecular deste material, em relação aos demais. Os amidos são compostos basicamente por dois polímeros – amilose e amilopectina – sendo que o segundo apresenta maior peso molecular. O amido de mandioca apresenta em sua composição um teor de amilopectina maior do que o amido de milho (83 e 72%, respectivamente, segundo Franco et al. (2002), o que explica seu maior peso molecular. Quanto mais pesado o material, mais facilmente esse se acomoda nos espaços entre as partículas, ocupando menor volume e resultando, assim, em maior densidade.

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as amostras produzidas com diferentes agentes carreadores ($p \leq 0.05$).

Em relação à densidade absoluta, os valores obtidos foram muito próximos para todas as amostras. As partículas produzidas com maltodextrina 10DE foram as que apresentaram a maior densidade, seguidas pelas produzidas com maltodextrina 20DE e fécula de mandioca, que não diferiram significativamente entre si. As partículas obtidas com goma arábica foram as que apresentaram a menor densidade absoluta.

A porosidade é uma propriedade importante no caso de microcápsulas onde o material encapsulado é susceptível a reações de oxidação, por exemplo. O maior número de espaços vazios implica a presença de maior quantidade de oxigênio, que pode provocar uma degradação mais rápida do composto protegido, no caso do açaí, as antocianinas ou, eventualmente, os ácidos graxos.

Estabilidade à estocagem

A figura 1, a seguir, apresenta a degradação das antocianinas nos pós ao longo da estocagem em diferentes temperaturas e umidades relativas. As antocianinas apresentaram maior taxa de

degradação nos primeiros 60 dias de estocagem, em todas as amostras, enquanto após esse período, o teor de antocianinas apresentou pouca variação ao longo do tempo. Resultados semelhantes foram observados por Matioli e Rodriguez-Amaya (2002), para licopeno microencapsulado por *spray drying*.

De acordo com a figura 1, o aumento da temperatura de estocagem levou a uma degradação mais rápida das antocianinas, o que era de certa forma esperado, dada a sensibilidade destes pigmentos à temperatura. Resultados semelhantes foram observados por Pacheco-Palencia, Hawken e Talcott (2007) em polpa de açaí integral, semi clarificada e clarificada, e por Ersus e Yurdagel (2007) em microcápsulas de antocianinas extraídas da cenoura preta.

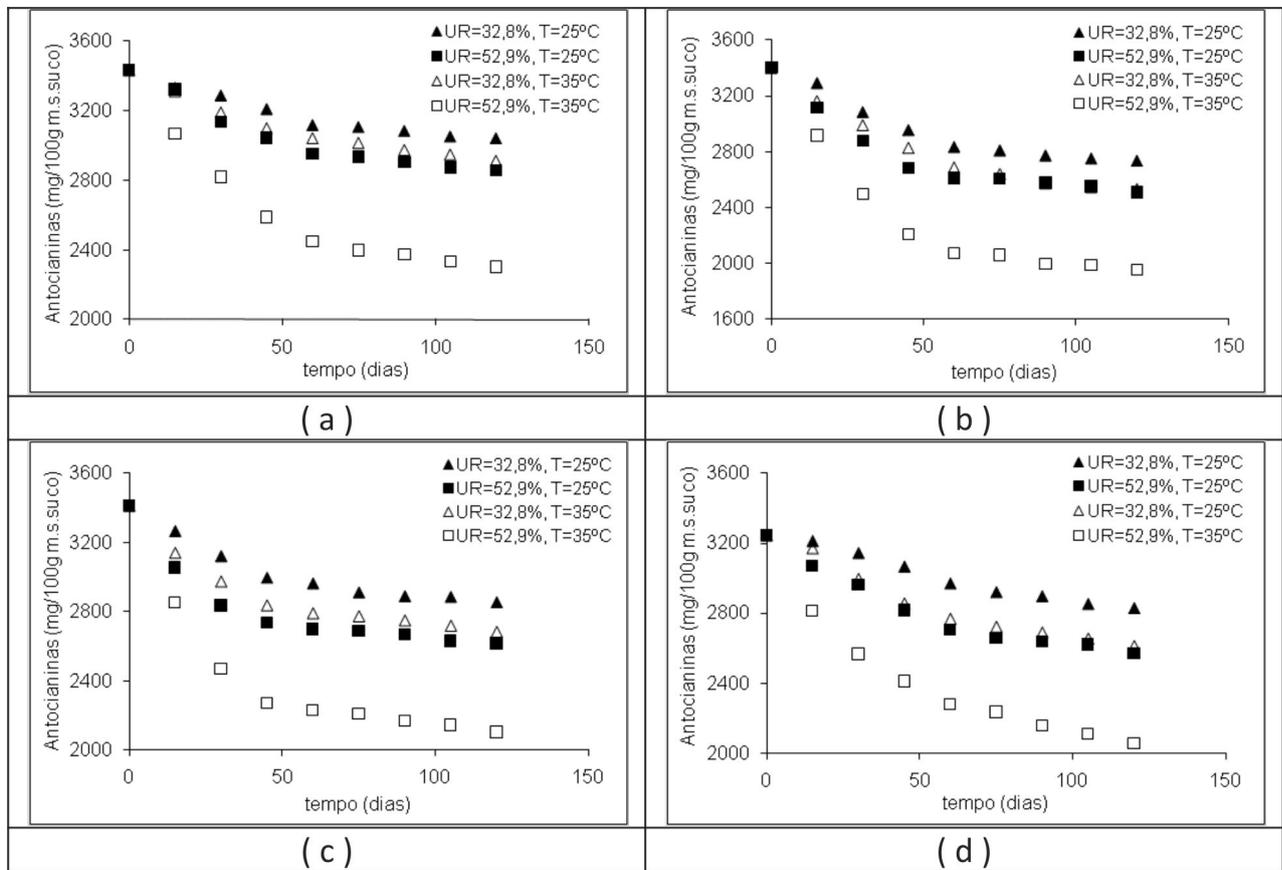
De modo geral, a influência da temperatura sobre a taxa de degradação das antocianinas foi maior para as amostras estocadas na umidade relativa mais alta, principalmente durante os primeiros 60 dias de estocagem. Isso indica que a atividade de água também exerceu influência sobre a degradação das antocianinas no suco de açaí em pó. Quanto maior a quantidade de água, maior a mobilidade molecular dentro do alimento, o que provavelmente facilitou as reações físico-químicas de degradação.

Amr e Al-Tamimi (2007) observaram um efeito negativo bastante pronunciado da atividade de água sobre a retenção de antocianinas no extrato da flor ranúnculo. De acordo com os autores, valores de a_w baixos resultam em menor conversão das antocianinas para sua base carbinol hidratada, que é menos estável, o que explica a maior retenção dos pigmentos nos pós estocados nessa condição.

Comparando-se os diferentes agentes carreadores utilizados, observou-se que as partículas produzidas com maltodextrina 10DE foram as que apresentaram a maior retenção de antocianinas, em todas as condições estudadas, seguidas por aquelas produzidas com goma arábica. As partículas produzidas com maltodextrina 20DE e com fécula de mandioca apresentaram as maiores taxas de degradação.

FIGURA 1

Teor de antocianinas ao longo do tempo de estocagem das amostras produzidas com (a) maltodextrina 10DE, (b) maltodextrina 20DE, (c) goma arábica e (d) fécula de mandioca. (UR = umidade relativa; T = temperatura)



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, Capes, Fapesp e Cirad, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists, 2006.

AMR, A.; AL-TAMIMI, E. Stability of the crude extracts of *Ranunculus asiaticus* anthocyanins and their use as food colourants. *International Journal of Food Science and Technology*, Malden, v. 42, n. 8, p. 985-991, ago. 2007.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying

and its functional characterization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Oxford, v. 5, n. 4, p. 420-428, dez. 2005.

ERSUS, S.; YURDAGEL, U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray dryer. *Journal of Food Engineering*, Oxford, v. 80, n. 3, p. 805-812, jun. 2007.

FENNEMA, O.R. Water and ice. In: FENNEMA, O.R. (Org.). *Food Chemistry*, Nova Iorque: Marcel Dekker, 1996. p. 17-94.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Org.). *Anthocyanins as Food Colors*. Nova Iorque: Academic Press, 1982. p. 182-205.

FRANCO, C.M.L. et al. Produção e uso de amido. In: CEREDA, M.P. (Org.). *Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p.21-56.

GHARSALLAOUI, A. et al. Applications of spray drying in microencapsulation of food ingredients: an overview. *Food Research International*, Amsterdam, v. 40, n. 9, p.1107-1121, nov. 2007.

MATTOLI, G.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Licopeno encapsulado em goma arábica e maltodextrinas: estudo da estabilidade. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 5, p. 197-203, mai. 2002.

MISHRA, S.; RAI, T. Morphology and functional properties of corn, potato and tapioca starches. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 20, n. 5, p. 557-566, jul. 2006.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S.T. Phytochemical, antioxidant and pigment stability of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. *Food Research International*, Amsterdam, v. 40, n. 5, p. 620-628, jun. 2007.

PAPADAKIS, S.E.; GARDELI, C.; TZIA, C. Spray drying of raisin juice concentrate. *Drying Technology*, Filadélfia, v. 24, n. 2, p. 173-180, 2006.

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

ROGEZ, H. *Açai*: preparo, composição e melhoramento da conservação. 1. ed. Belém: EDUFPA, 2000.