

SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO DE POLPA DE AMORA-PRETA UTILIZANDO MALTODEXTRINA OU GOMA ARÁBICA COMO AGENTES CARREADORES

CAIO P. RIBEIRO¹; CRISTHIANE C. FERRARI²; JOSÉ M. DE AGUIRRE³

Nº 11202

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a obtenção do suco de amora-preta em pó, através do processo de secagem por atomização (*spray drying*). Na primeira parte deste projeto, foi feito um planejamento experimental 2², considerando a temperatura do ar de entrada e a concentração de maltodextrina como variáveis independentes. As respostas avaliadas foram umidade, higroscopicidade e retenção de antocianinas. Após a escolha da condição ótima de processo, a segunda etapa do trabalho consistiu na avaliação da influência do uso da maltodextrina, goma arábica ou uma mistura de ambos os agentes carreadores nas características físico-químicas dos pós (atividade de água, umidade, molhabilidade, cor, higroscopicidade, antocianinas, atividade antioxidante, morfologia e tamanho das partículas). Os resultados mostraram que o aumento da concentração de maltodextrina levou à redução da umidade e higroscopicidade dos pós, enquanto que temperaturas de secagem mais altas resultaram em pós mais higroscópicos e menos úmidos. Com relação às antocianinas, aumentando-se a temperatura de secagem, houve uma maior degradação desses pigmentos, havendo uma diminuição da retenção de antocianinas. A melhor condição de processo selecionada foi temperatura de secagem de 145°C e concentração de maltodextrina de 7%. Comparando-se os dois agentes carreadores, a maltodextrina se mostrou mais eficiente na preservação das características físico-químicas do suco de amora-preta produzido por *spray drying*, visto que resultou em pós com menor umidade e atividade de água, maior retenção de antocianinas e atividade antioxidante, além de propriedades de instantaneidade melhores.

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, caiopr@gmail.com.

² Orientadora: Pós Doutoranda, FRUTHOTEC/ITAL, Campinas-SP.

³ Co-orientador: Pesquisador, FRUTHOTEC/ITAL, Campinas-SP.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the blackberry juice powder, produced by spray drying. First, a 2^2 central composite rotatable design was used, considering inlet air temperature and maltodextrin concentration as independent variables, while the dependent variables were moisture content, hygroscopicity and anthocyanin retention. After choosing the best processing condition, the effect of different carrier agents (maltodextrin, gum Arabic or a blend of both carrier agents) on the physicochemical powder properties was evaluated. The product was subjected to the following analysis: water activity, moisture content, wettability, color, hygroscopicity, anthocyanin content, antioxidant activity, morphology and particle size distribution.

According to the results, the increase of maltodextrin concentration led to the reduction of moisture content and hygroscopicity, while higher inlet air temperature resulted in more hygroscopic powders, showing lower moisture content. In respect to anthocyanin content, as inlet air temperature increases, a decrease of anthocyanin retention was observed, due to the pigments thermal degradation. The best processing condition chosen was inlet air temperature of 145°C and maltodextrin concentration of 7%. Comparing both carrier agents, maltodextrin was more effective in the preservation of physicochemical characteristics of spray dried blackberry powder, since this carrier agent resulted in powders with lower moisture content and water activity, besides higher anthocyanin retention, antioxidant activity and better instantizing properties.

INTRODUÇÃO

A amora-preta é uma fruta que apresenta alto teor de antocianinas, o que está relacionado à prevenção de doenças crônico-degenerativas, devido à sua ação antioxidante (FERREIRA, 2008). Entretanto, a amora-preta apresenta uma vida pós-colheita curta, em função da sua elevada taxa respiratória e estrutura frágil, porém a secagem por *spray drying* representa uma alternativa viável para melhorar a sua conservação, resultando em um produto em pó com maior estabilidade e vida útil. Além disso, como a comercialização da amora-preta está restrita a sua época de safra, o processo de secagem por atomização permite que o consumidor tenha acesso a esse produto durante todo o ano.

A secagem por atomização de produtos ricos em açúcares, como os sucos de frutas apresenta um grande apelo comercial e econômico, mas o alto conteúdo de açúcares dos sucos pode resultar em produtos com alta pegajosidade e

higroscopicidade, diminuindo o rendimento do processo, devido à maior aderência das partículas do material nas paredes do equipamento. Por este motivo, é fundamental a utilização de agentes carreadores com alto peso molecular ao produto antes da atomização (como polímeros e gomas), visando facilitar o processo de secagem e as operações de transporte e armazenamento (BHANDARI, DATTA e HOWES, 1997). Os agentes carreadores normalmente empregados em *spray drying* são a goma arábica e a maltodextrina. Ambos apresentam alta solubilidade e baixa viscosidade em soluções aquosas, o que facilita o processo de *spray drying*, porém o alto custo e problemas de disponibilidade da goma arábica podem limitar o seu uso (RÉ, 1998).

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo da amostra:

Inicialmente, a polpa de amora-preta (De Marchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda.), foi descongelada. Em seguida, a polpa e o agente carreador maltodextrina Maltogill® 20 DE (Cargill, Uberlândia, Brasil) ou goma arábica Instantgum® (Colloides Naturels, São Paulo, Brasil) foram pesados e a mistura foi homogeneizada em moinho coloidal até completa dissolução do agente carreador.

Ensaio de secagem por *spray drying*:

A secagem por atomização foi realizada em mini *spray dryer* – modelo B-290, marca Buchi (Flawil, Suíça), com capacidade evaporativa de 1,5 L/h de água. O processo foi conduzido em fluxo co-corrente, utilizando um atomizador duplo-fluido de 0,7 mm de diâmetro, fluxo de ar de 35 m³/h e fluxo de ar comprimido de 473 L/h. A alimentação do secador foi realizada à temperatura ambiente, através de uma bomba peristáltica, usando 30% da sua velocidade máxima. As amostras foram armazenadas em dessecadores após a secagem. Os ensaios de secagem foram divididos em duas etapas. Na primeira, foi feita a otimização do processo, através de um planejamento experimental fatorial completo 2², considerando como variáveis independentes a temperatura de entrada do ar de secagem (T_{ar}) e a concentração de maltodextrina (MD) utilizada (Tabela 1). As respostas (variáveis dependentes) avaliadas foram: umidade, higroscopicidade e retenção de antocianinas. Na segunda etapa foi realizada a caracterização físico-química dos pós, usando os diferentes agentes carreadores (maltodextrina, goma arábica e mistura maltodextrina/goma arábica proporção 1:1) nas condições ótimas obtidas na primeira etapa. As análises realizadas foram atividade de

água, umidade, molhabilidade, cor, antocianinas, atividade antioxidante, morfologia e tamanho das partículas. Os resultados foram avaliados estatisticamente através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa Statistica® 8.0.

TABELA 1. Variáveis independentes e respostas do planejamento experimental.

Ensaio	Variáveis independentes		Respostas		
	T _{ar} (°C)	MD (%)	Umidade (%)	Higroscopicidade (%)	Retenção Antocianinas (%)
1	146 (-1)	8 (-1)	2.44	24.55	76.40
2	174 (+1)	8 (-1)	0.71	26.99	71.93
3	146 (-1)	22 (+1)	1.25	20.47	77.42
4	174 (+1)	22 (+1)	1.08	21.78	72.87
5	140 (-1.41)	15 (0)	1.94	22.11	73.42
6	180 (+1.41)	15 (0)	1.02	23.01	69.43
7	160 (0)	5 (-1.41)	1.98	27.32	80.76
8	160 (0)	25 (+1.41)	0.47	18.77	76.80
9	160 (0)	15 (0)	1.51	22.75	70.40
10	160 (0)	15 (0)	1.42	23.08	70.10
11	160 (0)	15 (0)	1.37	22.32	71.28

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Planejamento experimental:

A Figura 1 apresenta as superfícies de resposta para as variáveis dependentes umidade, higroscopicidade e retenção de antocianinas.

Em relação à umidade, o aumento da temperatura e a concentração de maltodextrina levou à redução do teor de umidade dos pós. Aumentando-se a temperatura, a taxa de calor transferida para as partículas é maior, proporcionando maior força motriz para a evaporação e consequentemente, pós com umidade mais baixa (QUEK, CHOK e SWEDLUND, 2007). A adição de maltodextrina promove o aumento dos sólidos totais da mistura, reduzindo a quantidade de água para evaporação, diminuindo a umidade dos pós produzidos (ABADIO et al., 2004).

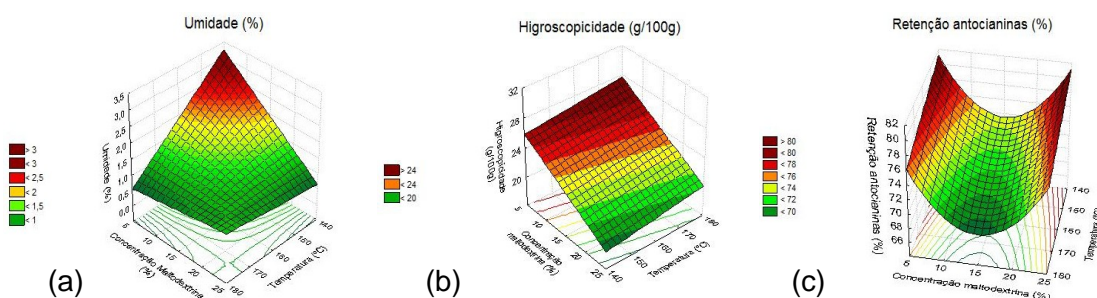


FIGURA 1. Superfícies de resposta para (a) umidade, (b) higroscopicidade e (c) retenção de antocianinas, considerando o efeito da temperatura e da concentração de maltodextrina.

Temperaturas de secagem mais altas resultaram em pós mais higroscópicos, enquanto que o aumento da concentração de maltodextrina resultou em diminuição da higroscopicidade, uma vez que a maltodextrina é um material com baixa higroscopicidade, reduzindo a capacidade de adsorção de água de produtos desidratados em *spray dryer*.

Avaliando a retenção de antocianinas, maiores temperaturas de secagem proporcionaram uma maior perda dos pigmentos, devido provavelmente à degradação térmica e oxidação. Além disso, segundo QUEK, CHOK e SWEDLUND (2007), pós secos em temperaturas mais baixas possuem uma tendência à aglomeração, diminuindo a exposição dos pós ao oxigênio e reduzindo a oxidação dos pigmentos.

O parâmetro crítico estabelecido para otimização do processo foi a retenção de antocianinas. Na Figura 2 são identificadas as regiões com maior retenção desses pigmentos. Porém, ao se trabalhar com altas concentrações de maltodextrina (região superior-esquerda), o pó obtido apresenta coloração mais clara, o que descaracteriza o produto final. Com isso, escolheu-se como condição ótima: a temperatura de secagem de 145°C e a concentração de agente carreador de 7%.

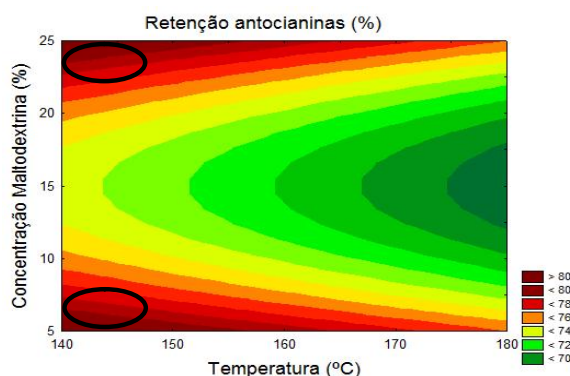


FIGURA 2. Superfície de contorno para retenção de antocianinas, relacionando temperatura x concentração de maltodextrina.

Caracterização físico-química dos pós:

A partir da condição ótima estabelecida através do planejamento experimental, foram feitos três ensaios: um com 7% de maltodextrina (MALTO7), outro com 7% de goma arábica (GOMA7) e outro com 3,5% de maltodextrina e 3,5% de goma arábica (MALTO+GOMA), todos na temperatura ótima de 145°C. Os resultados das análises realizadas são apresentados na Tabela 2 e Tabela 3.

Os valores de atividade de água encontrados foram inferiores a 0,350, mostrando que os pós podem ser considerados microbiologicamente estáveis. Quanto

à umidade, as amostras apresentaram teor de umidade menor que 3,5%, sendo que a maltodextrina foi mais eficiente na redução da atividade de água e da umidade.

Em relação à molhabilidade, o ensaio MALTO7 apresentou menor tempo de molhamento, o que está relacionado com propriedades de instantaneidade melhores. De acordo com VISSOTTO et al. (2006), o espaço intersticial apresentado por partículas grandes e de forma irregular favorece a molhabilidade, enquanto que nas partículas pequenas há uma redução dos interstícios, prejudicando a penetração de água. Isto explica a relação entre os valores maiores de molhabilidade das partículas produzidas com goma arábica, que possuem o menor diâmetro médio (Tabela 2).

TABELA 2. Atividade de água (A_w), umidade, molhabilidade e diâmetro médio das amostras de suco de amora-preta em pó, produzidas por secagem em *spray dryer*.

Ensaio	A_w	Umidade (%) b.u.)	Molhabilidade (s)	Diâmetro médio (μm)
MALTO7	$0,293 \pm 0,001A$	$1,74 \pm 0,05A$	$82,20 \pm 12,30A$	$48,89 \pm 5,71A$
GOMA7	$0,349 \pm 0,003B$	$3,32 \pm 0,03B$	$134,20 \pm 12,52B$	$10,98 \pm 0,47B$
MALTO+GOMA	$0,348 \pm 0,006B$	$3,20 \pm 0,07B$	$116,20 \pm 8,53B$	$22,68 \pm 0,89C$

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa com nível de significância $p \leq 0,05$ entre os resultados obtidos.

O uso da maltodextrina (MALTO7 e MALTO+GOMA) resultou em maior retenção de antocianinas e em maior atividade antioxidante (Tabela 3), o que mostra a eficiência desse agente carreador na preservação das antocianinas após o processo de *spray drying*, comportamento também observado por TONON et al. (2010). No ensaio MALTO+GOMA, a interação entre os agentes carreadores gerou um efeito negativo na atividade antioxidante. Essas divergências nos valores podem ser atribuídas às dificuldades encontradas na execução do método ORAC. Portanto, o ideal é que sejam utilizados mais de um método analítico para avaliação da atividade antioxidante, para que se possa comparar os resultados e obter maior exatidão.

TABELA 3. Retenção de antocianinas (RA), atividade antioxidante (AA), luminosidade (L^*), croma (C^*) e ângulo de tom (H^*) das amostras de suco de amora-preta em pó, produzidas por secagem em *spray dryer*.

Ensaio	RA (%)	AA (μmol TE/g b.s.)	L^*	C^*	H^*
MALTO7	84,17	$266,58 \pm 12,16A$	$37,12 \pm 1,16A$	$19,32 \pm 1,80A$	$11,81 \pm 0,14A$
GOMA7	78,24	$213,34 \pm 4,76B$	$39,86 \pm 1,47B$	$23,73 \pm 12,17B$	$8,72 \pm 0,20B$
MALTO+GOMA	85,02	$197,22 \pm 7,00C$	$36,22 \pm 1,00A$	$20,26 \pm 1,43A$	$11,16 \pm 0,24C$

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa com nível de significância $p \leq 0,05$ entre os resultados obtidos.

A luminosidade (L^*) dos pós produzidos com goma arábica foi menor, indicando que estes se apresentaram mais claros, enquanto o croma (C^*) foi maior, mostrando uma maior intensidade da cor vermelha das amostras, e consequentemente resultando em menores valores de tom (H^*).

Na Figura 3 são apresentadas as fotos de microscopia eletrônica de varredura dos pós produzidos por *spray drying*.

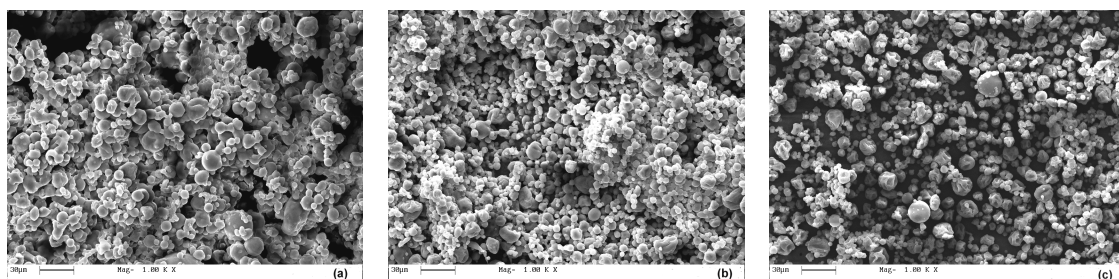


FIGURA 3. Fotos de microscopia eletrônica de varredura (MEV) das amostras de suco de amora-preta em pó, produzidas por secagem em *spray dryer* à temperatura de 145°C, utilizando (a) 7% de maltodextrina, (b) 3,5% de maltodextrina + 3,5% de goma arábica e (c) 7% de goma arábica. Aumento de 1000x.

Nota-se que as partículas têm formato esférico, característico do processo de *spray drying*. Verificou-se no ensaio GOMA7 (FIGURA 3c), a formação de partículas mais heterogêneas e um aumento na quantidade de partículas mais enrugadas e murchas, enquanto que nos ensaios utilizando maltodextrina (MALTO7 e MALTO+GOMA) se observou um maior número de esferas lisas e mais uniformes, além de uma maior aglomeração. Tal comportamento provavelmente está relacionado com a maior retenção de antocianinas (Tabela 3), já que, segundo QUEK, CHOK e SWEDLUND (2007) a aglomeração diminui a exposição dos pós ao oxigênio, reduzindo a oxidação dos pigmentos.

CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos do planejamento experimental concluiu-se que, o aumento da temperatura de entrada do ar de secagem e da concentração de maltodextrina resultou em pós com teor de umidade mais baixo. O uso de temperaturas de secagem mais baixas e maiores concentrações de maltodextrina levaram à produção de pós menos higroscópicos. Com relação à retenção de antocianinas, o aumento da temperatura causou uma maior degradação desses pigmentos. A condição ótima de processo escolhida foi: temperatura do ar de entrada

de 145°C e concentração de maltodextrina de 7%, visando uma maior retenção de antocianinas. Comparando-se os dois agentes carreadores, a maltodextrina foi mais eficiente do que a goma arábica na manutenção das características físico-químicas dos pós.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC pela bolsa concedida, à FAPESP pelo apoio financeiro e ao FRUTHOTEC – ITAL pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIO, F.D.B.; DOMINGUES, A.M.; BORGES, S.V.; OLIVEIRA, V.M. Physical properties of powdered pineapple (*Ananás comosus*) juice – effect of malt dextrin concentration and atomization speed. **Journal of Food Engineering**, v.64, n.3, p.285-287, 2004.

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, 2006.

BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; HOWES, T. Problems associated with spray drying of sugar-rich foods. **Drying Technology**, v.15, n.2, p.671-684, 1997.

FERREIRA, D.S. **Compostos bioativos em amora-preta e encapsulação do seu extrato antociânico por gelificação térmica com curdlana**. Campinas, 2008. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

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.

RÉ, M. I. Microencapsulation by spray drying. **Drying Technology**, v.16, n.6, p.1195-1236, 1998.

TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, v.43, n.4, p.907-914, 2010.

VISSOTTO, F.Z.; JORGE, L.C.; MAKITA, G.T.; RODRIGUES, M.I.; MENEGALLI, F.C. Influence of the process parameters and sugar granulometry on cocoa beverage powder steam agglomeration. **Journal of Food Engineering**, v.97, n.3, p.283-291, 2010.