

OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PROCESSO DE SECAGEM DE POLPAS DE FRUTAS COM ALTO TEOR DE AÇÚCAR

SANTOS, Gustavo S.¹; NERY, Tatiana B. R.²

¹ Graduando em engenharia química; Bolsa de iniciação científica – FAPESB; gustavo.banks123@gmail.com

² Centro Universitário Senai Cimatec, Área de Alimentos e Bebidas (SENAI CIMATEC), Salvador, Bahia, tatianabr@fiab.org.br.

RESUMO

A eficiência de secagem por *spray dryer* está diretamente relacionada em como os parâmetros de processo interagem com o material utilizado. O objetivo deste trabalho foi elaborar um delineamento experimental, com base nas propriedades do equipamento utilizado e considerando que o produto a ser atomizado possui alto teor de umidade e açúcar. O Planejamento experimental adotado foi o Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR aplicável à otimização de processos industriais, utilizando o software *Statistica* versão 11.0. As variáveis independentes selecionadas para otimização do processo foram: temperatura, vazão do ar e percentual de maltodextrina. A faixa adotada de temperatura foi de 150 a 180°C, a vazão do ar variou entre 2 e 4 Lmin⁻¹ e concentração de maltodextrina entre 20 e 40%. Ao final do processo poderão ser avaliados o rendimento e umidade do produto seco. Os produtos das três melhores condições poderão ser submetidos à ensaios físico-químicos e microbiológicos a fim de analisar as propriedades com o produto *in natura*.

PALAVRAS-CHAVE: *spray dryer*, coco, otimização.

1. INTRODUÇÃO

A secagem de alimentos por atomização ou pulverização, frequentemente chamada de secagem por atomização ou “*spray drying*”, consiste em dispersar o produto a ser seco sobre forma de pequenas gotículas em uma corrente de ar quente de maneira a obter um pó.¹ Nesse processo, o líquido é aspergido, utilizando-se um sistema de alta pressão, pelo qual as gotículas entram em contato com um fluxo de ar quente. Assim, há uma rápida evaporação, que permite manter baixa a temperatura do produto final, possibilitando a secagem de produtos sensíveis ao calor sem afetar excessivamente sua qualidade.² Neste processo é formada espontaneamente uma diferença de temperatura e pressão parcial de água entre o alimento e o ar, resultando uma transferência de energia na forma de calor do ar para o produto e uma transferência de água do produto para o ar.¹ O processo de formação do produto seco está ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Processo formação de partícula seca através da secagem por aspersão.³

A Figura 2 apresenta O *Spray Dryer* Labmaq Modelo LM MSDi 1.0 em escala piloto, equipamento objeto de estudo. A vazão máxima da bomba peristáltica para este equipamento é de 17 ml/min ou 1,00 l/h, a capacidade nominal de secagem é de 1,0 litro/hora, a vazão de ar de secagem (soprador) é de 0,60 m³/min e a temperatura máxima de operação é de 190 °C.

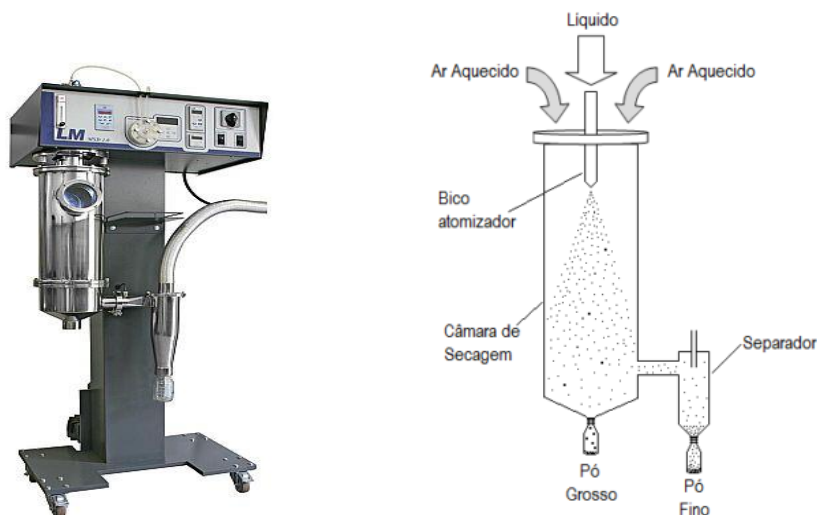


Figura 2. Equipamento Spray Dryer Labmaq Modelo LM MSDi 1.0 e diagrama esquemático.

A secagem por aspersão em spray dryer é um processo amplamente utilizado na indústria de alimentos, química e farmacêutica, em condições ideais, tem se mostrado eficaz para a obtenção de diversos produtos.⁴ Entretanto, é um processo de difícil utilização em produtos ricos em açúcares, devido à obtenção de produtos com alta higroscopicidade, que minimizam o rendimento do processo, bem como o escoamento e a reconstituição desses alimentos em pó.⁵

Para promover o controle dessas características, é necessário o conhecimento sobre a influência dos parâmetros de processo. A eficácia da técnica de secagem por atomização está baseada no princípio do aumento de área de contato entre o material a ser seco e o agente dessecante, ou seja, o ar quente. Quanto menor o diâmetro da gotícula, mais rapidamente ela secará na câmara. Para partículas muito grandes, a secagem é incompleta e pode acarretar na aderência do produto às paredes do equipamento. Além da área superficial de secagem, o ar desempenha papel de importância no processo, pois atua como carregador de energia (calor) e como adsorvente.¹ Assim, temperatura e umidade relativa do ar afetarão a secagem.⁶

A aplicação da técnica de spray drying não é trivial, pois necessita do conhecimento de diversos aspectos das propriedades físico-químicas dos materiais envolvidos e como estas interagem com as diversas variáveis de processo. Dentre estes aspectos, destacam-se as propriedades adesivas dos produtos a serem secados.^{3,5}

A adesividade é causadora de consideráveis perdas de material nas paredes do equipamento, reduzindo o rendimento ou até mesmo impossibilitando a secagem, com rendimentos próximos de zero. Esta característica está relacionada com as propriedades reológicas do material e com a transição vítrea e depende da temperatura e do teor de umidade. Durante a secagem, à medida que a umidade é retirada, a solução fica mais concentrada e há um aumento proporcional de sua viscosidade. Existe então uma concentração crítica em que se observa um abrupto aumento da viscosidade. Neste ponto o material passa a apresentar "adesividade". Uma das soluções para o inconveniente da adesividade é a adição de componentes auxiliares que aumentariam a temperatura de transição vítrea da mistura.^{3,5}

Há uma ampla diversidade de aditivos que podem ser utilizados para melhorar o rendimento na secagem, diminuindo perdas por adesão às paredes do equipamento, chamados de agentes carreadores. Alguns destes aditivos ainda são responsáveis pela modificação de propriedades do pó seco, como estabilidade, liberação controlada de ativos e etc. Os agentes carreadores normalmente utilizados na secagem por atomização são a maltodextrina e a goma arábica, principalmente devido à sua elevada solubilidade e baixa viscosidade, que são condições favoráveis para o processo de secagem por pulverização.^{2, 4, 7}

A maltodextrina é um produto da hidrólise do amido e representa o agente carreador bastante utilizado na secagem de sucos de frutas, por ser um material inodoro, de baixo custo e possuir baixa viscosidade em altas concentrações. A goma arábica é um exsudato da seiva da árvore do gênero *Acácia*, sendo a única entre as gomas alimentícias com alta solubilidade e baixa viscosidade em solução, e, assim como a maltodextrina, também vem sendo utilizada na secagem de sucos de frutas.^{8, 9}

Oliveira et al (2013) estudaram a secagem da polpa de morango utilizando a maltodextrina (50% m/m), a goma arábica e o amido modificado como agentes carreadores e comparou o resultado. A maltodextrina e a goma arábica apresentaram os melhores resultados em relação a higroscopicidade.⁸

Tonon, Brabet e Hubinger (2008) estudaram a secagem de polpa de açaí em Spray Dryer com adição de 10 a 30% de maltodextrina, concluindo que a concentração da maltodextrina atuou na higroscopicidade confirmando sua eficiência como agente carreador.¹⁰

Ferrari et al. (2012) estudaram as características físico-químicas do pó de amora preta (blackberry) produzidas com maltodextrina (5 a 25%). A secagem com maltodextrina resultou em pós mais estáveis, ricos em antocianinas e com elevada atividade antioxidante, mostrando-se como melhor agente carreador.²

Cavalcante et al 2016, realizaram a secagem da polpa de graviola em spray dryer com adição de 17% (m/m) de maltodextrina, como agente carreador, obtendo boas propriedades higroscópicas e bom rendimento.⁵

O objetivo deste relatório é apresentar o planejamento experimental que será empregado para otimização do processo de secagem por spray dryer de polpas de frutas com alto teor de açúcar utilizando maltodextrina como agente carreador. Para isso, serão testadas diferentes variações de vazão do ar, temperatura de secagem e percentual de maltodextrina. Como resultado, serão avaliados o rendimento e umidade do produto seco.

2. METODOLOGIA

O Planejamento experimental adotado foi o Delineamento Composto Central Rotacional – DCCR aplicável à otimização de processos industriais, utilizando o software Statistica versão 11.0. As variáveis independentes selecionadas para otimização do processo de secagem foram: temperatura, vazão do ar e percentual de maltodextrina. A faixa adotada de temperatura foi de 150 a 180°C, a vazão do ar variou entre 2 e 4Lmin⁻¹ e concentração de maltodextrina entre 20 e 40%.

Essas faixas foram selecionadas para a pesquisa, mediante análise do levantamento realizado para estudos similares do processo de secagem de alimentos. O planejamento será aplicado para polpa de frutas com alto teor de açúcares e umidade. As variáveis dependentes estabelecidas foram: Rendimento e teor de umidade, por serem aspectos importantes para o processo.

Para o delineamento foram mantidos constantes: a massa de polpa a ser secada, 300g; o diâmetro do bico, 1mm; O fluxo de alimentação, 0,8Lh⁻¹.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O planejamento experimental resultou em 17 ensaios, com 03 repetições no ponto central, de acordo com a Tabela1:

Tabela 1: Planejamento experimental da secagem da polpa de coco verde por atomização:

	POLPA (g)	TEMPERATURA (°C)	MALTODEXTRINA (%)	VAZÃO DO AR (L/ MIN)	BICO (mm)	FLUXO DE ALIMENTAÇÃO (L/h)
Teste 1	300	150	20	2,5	1	0,8
Teste 2	300	150	30	4	1	0,8
Teste 3	300	150	40	2,5	1	0,8
Teste 4	300	150	40	4	1	0,8
Teste 5	300	180	20	2,5	1	0,8
Teste 6	300	180	20	4	1	0,8
Teste 7	300	180	40	3	1	0,8
Teste 8	300	180	30	4	1	0,8
Teste 9	300	140	30	3	1	0,8
Teste 10	300	190	30	3	1	0,8

Teste 13	300	165	30	2	1	0,8
Teste 14	300	165	30	4	1	0,8
Teste 15	300	165	30	3	1	0,8
Teste 16	300	165	30	3	1	0,8
Teste 17	300	165	30	3	1	0,8

Durante a execução dos ensaios serão observados higroscopicidade do produto frente a condição do processo, assim como, a eficiência da maltodextrina como agente carreador. Caso as expectativas do planejamento não atendam ao produto, por sua especificidade, intervenções poderão ocorrer visando melhor eficiência nos ensaios.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após ser aplicado os ensaios previstos no planejamento, será identificada a melhor condição de processo. Os produtos obtidos nas 03 melhores condições de processo serão submetidos a ensaios físico-químicos e microbiológicos a fim de analisar as propriedades pós processamento em comparação com o produto *in natura*. Este planejamento de processo pode ser aplicado a qualquer variedade de fruta com alto teor de açúcares, a eficiência do processo pode ser monitorada através dos resultados sensoriais e físico-químicos do produto em pó. Dependendo da fruta, cabe observar o diâmetro do bico para evitar entupimento e baixo rendimento na secagem. Recomenda-se processar a polpa e filtrar para evitar a formação de aglomerados ou partículas não uniformes.

Agradecimentos

Agradecimentos à fapesb pela bolsa de iniciação científica.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ SILVEIRA, A. C. P. *et al.* Secagem por spray: Uma revisão. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes** v. 68, n. 391, p. 51–58, 2013.
- ² FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M.. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Brazilian Journal of Food Technology** v. 15, n. 2, p. 157–165, 2012.
- ³ OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R.. Secagem por aspensão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. **Revista Brasileira de Farmacognosia** v. 20, n. 4, p. 641–650, 2010.
- ⁴ ROCHA, É.M F F *et al.* Obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 18, p. 646–651, 2014.
- ⁵ CAVALCANTE, C.E.B. *et al.* Avaliação dos parâmetros de secagem da polpa de graviola em pó obtida por secagem em spray dryer. **Braz. J. Food Technol.** v. 20, 2016.
- ⁶ LABMAQ. Manual de Operação Secador Nebulização. 2010.
- ⁷ COUTINHO, A.P.C.. **Produção e caracterização de maltodextrinas a partir de amidos de mandioca e batata-doce**. 2007. (Tese) Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP .137p. 2007.
- ⁸ OLIVEIRA, M. I. S. *et al.* Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. **Braz. J. Food Techno** v. 16, n. 14, p. 310–318, 2013.
- ⁹ TONON, R.V.. **Secagem por atomização do suco de açaí: Influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto**. 2009. (Dissertação) Universidade Estadual de Campinas, 2009. 242 p.
- ¹⁰ TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering** . v 88, 411–418, 2008