

# APLICAÇÃO DA SECAGEM POR SPRAY DRYING PARA A PRODUÇÃO DE EXTRATOS VEGETAIS SECOS

## AUTORES

**Aline Viviane de SOUZA**  
**Jean Felipe FERNANDES**  
**Jéssica Beatriz TRALLI**  
**Poliana GALVÃO**  
Discentes UNILAGO

**Maria Angélica Marques PEDRO**  
Docente UNILAGO

## RESUMO

A maioria dos medicamentos fitoterápicos registrados no Brasil apresenta-se sob a forma farmacêutica sólida, utilizando extratos secos como principal matéria-prima ativa. A técnica de secagem por aspersão (spray drying) tem sido amplamente aplicada na obtenção de extratos secos com melhores características tecnológicas e maior concentração de constituintes com atividade biológica. As propriedades físico-químicas dos produtos produzidos por spray drying são influenciadas por fatores relacionados ao processo, à formulação (material de entrada) e ao equipamento. O objetivo deste trabalho é apresentar o processo de secagem por spray drying de extratos vegetais e relatar alguns trabalhos realizados na área farmacêutica, com enfoque no desenvolvimento de extratos secos oriundos de vegetais.

## PALAVRAS-CHAVE

extratos vegetais e secagem

# 1 Introdução

O medicamento de origem vegetal tem mostrado um interesse crescente. No Brasil encontram-se registrados 512 medicamentos fitoterápicos, dos quais mais de 70% apresentam-se como formas farmacêuticas sólidas (CARVALHO et al., 2008).

No desenvolvimento de fitoterápicos, os extratos secos têm grande importância para a indústria farmacêutica. A matéria-prima para estes produtos é constituída, majoritariamente, por extratos secos, os quais dentre as suas vantagens incluem a maior estabilidade química, físico-química e microbiológica, mais fácil padronização, maior concentração de compostos ativos, maior facilidade de manipulação, assegurando maior eficácia terapêutica e segurança de utilização (TEIXEIRA e BASSANI, 1997; OLIVEIRA e PETROVICK, 2009). O processo que se destaca na produção de extratos secos é a secagem por spray drying.

A secagem por nebulização, mais conhecida por spray drying ou por aspersão, teve seus primeiros passos na metade do século 18, quando foi patenteada a primeira operação de secagem de ovos (1865). Porém, o início de sua utilização como processo a nível industrial data da década de 20. Os primeiros produtos a que se tem notícia como obtidos em larga escala com a secagem por nebulização foram o leite e o sabão em pó. Tendo como grande diferencial a possibilidade de obtenção dos produtos diretamente na forma de pó, elimina as etapas posteriores de moagem que são típicas de outros equipamentos de secagem.

A partir de então, seu uso disseminou-se pela indústria de processos em geral, sendo hoje, especialmente aplicado para a secagem em larga escala de produtos das linhas alimentícia e farmacêutica. Sua versatilidade operacional permite desde escalas micro-laboratoriais da ordem de mililitros por hora até dezenas de toneladas por hora. Além disto, dada sua versatilidade e o pequeno tempo de residência dos produtos na câmara de secagem, tornou-se o principal equipamento para a secagem de materiais que apresentam sensibilidade ao calor, como materiais de origem biológica. Dentre estes: extratos e produtos oriundos de plantas, corantes, microorganismos, produtos com leveduras, enzimas e proteínas.

A secagem é uma técnica promitente para a preservação e estoque dos extratos vegetais. A secagem por spray drying é uma das técnicas mais utilizadas na indústria de fitoterápicos por sua estabilidade e possibilidade do controle das características do produto final (VOIGT, 2000).

O processo de secagem consiste em pulverizar o produto líquido dentro de uma câmara submetida a uma corrente controlada de ar quente, e dessa maneira se consegue uma evaporação da água, obtendo-se uma separação ultra-rápida dos sólidos e solúveis contidos, com a mínima degradação do produto a secar, terminando esse processo com a recuperação do produto já em pó.

Tendo em vista a predominância de produtos secos oriundos de vegetais como constituintes de medicamentos fitoterápicos e da técnica de secagem por spray drying como passo tecnológico da obtenção dos mesmos, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão da secagem por spray drying na produção de fitomedicamentos.

## 2 Secagem por nebulização ou spray drying

A secagem por spray drying envolve a atomização de um líquido que contém sólidos em solução, suspensão ou emulsão. O líquido ou pasta são atomizados usando-se um sistema centrífugo ou de alta pressão, onde as gotículas atomizadas imediatamente entram em contato com um fluxo de ar quente. A rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas, de maneira que a alta temperatura do ar de secagem não afete demasiadamente o produto.

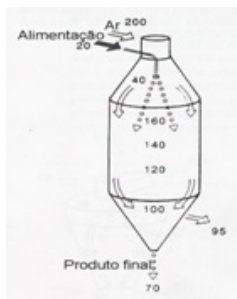
A fase de atomização cria uma grande área de superfície molhada na forma de milhões de pequenas gotas expostas ao ar quente, o que resulta em altas taxas de transferência de calor e massa. Os tempos de secagem tornam-se menores, evitando a degradação térmica do produto. A fase de atomização não só garante a secagem do produto, mas também a formação da partícula com estrutura específica, de acordo com o tipo de atomização, as condições de secagem e o layout da câmara de secagem e do secador. Isto é importante para a secagem de alimentos, já que existem especificações para o produto final obtido. Alguns produtos são requeridos na forma de pó fino que

consiste de partículas individuais, algumas partículas soltas, porosas ou aglomerados compactos, e outras com estruturas mais sólidas, como um grânulo. Através da seleção do secador e do modo de operação, várias formas de pó podem ser obtidas (MASTERS, 1997).

Independentemente da aplicação, a primeira fase envolve o bombeamento do líquido ou pasta para o atomizador. Há dois tipos principais de atomizadores: o primeiro é baseado no uso da força centrífuga no qual o líquido é bombeado para um disco giratório, onde é acelerado pela força centrífuga e expelido pelos orifícios do atomizador - o tamanho das gotículas resulta de uma complexa relação entre a rotação do disco, a vazão do líquido e o diâmetro dos furos do atomizador - o segundo tipo de atomizador é o de alta pressão, no qual o líquido alimentício é bombeado a alta pressão através de um pequeno orifício no interior da câmara de secagem. As gotas produzidas têm seu tamanho variando entre 100 e 300  $\mu\text{m}$ , o qual é controlado através da pressão do fluido contra o bocal. Para uma alimentação com alta viscosidade, uma terceira alternativa é o bico pneumático ou de duplo fluido. Cada um dos tipos de atomizadores encontra aplicações de acordo com a especificidade do material processado, sendo diferenciados por faixas de tamanhos de gotículas geradas, uniformidade, gasto energético e capacidade de produção (HELDMAN; HARTEL, 1998).

A segunda etapa do processo envolve a dispersão das gotículas no ar para criar a melhor condição de contato entre o produto atomizado e o ar quente que entra na câmara de secagem. O sentido de movimentação dos materiais no interior da câmara de secagem pode ocorrer de três modos distintos; concorrente, contracorrente e misto. Para alimentos, o ar de secagem é geralmente injetado no mesmo sentido do produto (concorrente), de modo que o ar e o produto entrem no topo da câmara e escoem em direção ao fundo, onde ambos são separados e o produto é removido do secador. Nesta operação, o produto com alta umidade inicial entra em contato com o ar na temperatura mais alta, de tal forma que, enquanto a água é removida do produto, este permanece na sua temperatura de bulbo úmido, a qual geralmente não ultrapassa 50 °C. Quando o produto chega ao seu estado seco, o ar já se resfriou, o que diminui o risco de degradação pela temperatura. Para esta modalidade os perfis de temperatura do ar

estão ilustrados na Figura 1 (MASTERS, 1997; HELDMAN; HARTEL, 1998).



*Figura 1:* Perfil de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) para secador tipo spray dryer com operação concorrente (MASTERS, 1997).

A combinação dos primeiros dois estágios cria as condições necessárias para a secagem da gota e a formação da partícula. A passagem de cada gota formada no atomizador através da câmara de secagem, se sob condições de fluxo concorrente ou de mistura, dependerá do perfil de fluxo de ar. Estes perfis são muito complexos e cada gota está sujeita a diferentes condições de temperatura e de umidade durante a secagem. Isto, somado ao fato de que a névoa formada contém gotas de diferentes tamanhos, proporciona diferentes taxas de remoção de umidade das gotas com a possibilidade de formação de diferentes estruturas. As gotas sujeitas às temperaturas mais altas podem ter seu tamanho reduzido (encolhimento), ao passo que aquelas sujeitas às temperaturas mais baixas mantêm mais o tamanho original da gota. Há sempre a possibilidade de partículas com diferentes teores de umidade colidirem e formarem aglomerados.

As propriedades físicas relacionadas com a qualidade dos produtos obtidos são influenciadas pelas condições operacionais do secador e características da suspensão de alimentação (MASTERS, 1997).

O conjunto que compõe um equipamento do tipo spray dryer padrão é constituído de: 1) Sistema de atomização do material; 2) Sistema de aquecimento e controle de temperatura do ar de secagem; 3) Sistema de bombeamento e controle de vazão da alimentação de

materiais a serem secos; 4) Sistema de alimentação de ar para secagem; 5) Câmara de secagem e 6) Sistema de separação ar - pó seco. A Figura 2 mostra um diagrama esquemático de uma configuração básica de spray dryer.

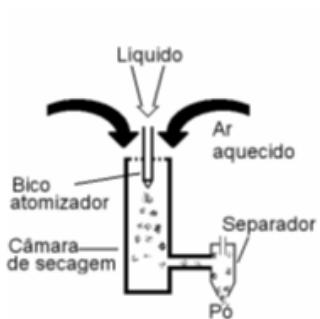


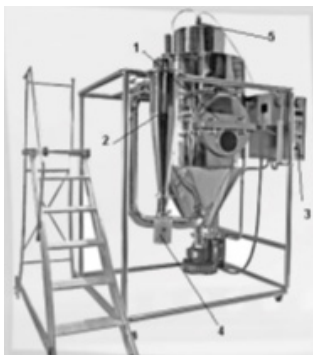
Figura 2: Diagrama esquemático de Spray Dryer (Fonte: Labmaq, 2003b)

Nas figuras 3 e 4 são apresentados dois modelos de diferentes escalas de spray dryer. A Figura 3 mostra um Spray Dryer Nacional LM MSD 1.0 (Labmaq) escala para pesquisa e desenvolvimento e com capacidade de secagem de 1 litro/hora. A Figura 10 se mostra um spray dryer em escala piloto de 10 litros/hora e a Figura 4 é de uma torre de secagem industrial com capacidade de secagem de 2000 litros/hora.

Figura 3: Fotografia do MSD 1.0 (Labmaq) e seus sistemas principais: 1) chave geral 2) Controle do aquecimento; 3) Controle de bom-



beamento de líquido; 4) Câmara de secagem 5) Separador de pó seco 6) indicador de temperatura de saída do produto e 7) Frasco coletor do pó seco. (Fonte: Labmaq, 2003a)



*Figura 4:* Spray dryer escala piloto LM SD 5.0 (Labmaq), e seus sistemas principais. 1) Câmara de secagem 2) Ciclone separador de pó 3) Painel de programação e controle 4) Frasco coletor de pó 5) Bico atomizador. (Fonte: Labmaq, 2003b)

## **2.2 Fatores que influenciam a qualidade do produto final e o processo.**

A otimização dos parâmetros de secagem como temperatura de entrada e de saída e velocidade de fluxo de alimentação, concentração e tipo de adjuvantes tecnológicos, assim como teores de resíduos seco do extrato fluido a ser seco são fatores indispensáveis para obtenção de extratos secos com melhores características físico-químicas e aumento do rendimento da operação (VASCONCELOS, MEDEIROS e MOURA (2005).

No processo de secagem são utilizados agentes adjuvantes que além de facilitarem a secagem, melhora as características do produto final. Alguns exemplos desses agentes são citado por Vasconcelos, Medeiros e Moura (2005) e Silva-Júnior et al. (2006), por exemplo: amido, ciclodextrinas, dióxido de silício coloidal, fosfato tricálcico, gelatina, goma arábica, lactose e maltodextrina.

O dióxido de silício coloidal, que apresenta elevada superfície específica e alta poder sorvente, tem sido amplamente empregado,

apresentando excelentes resultados na obtenção de produtos secos por aspersão a partir de soluções extrativas de diferentes espécies vegetais (DE CAMPOS, 1996; DE SOUZA, 1997).

A influência da concentração de dióxido de silício coloidal foi analisada na secagem de soluções extrativas de *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reissek. A adição deste adjuvante a 10% e a 20%, em relação ao teor de sólidos na solução extrativa, causou redução significativa na higroscopicidade dos produtos secos, não ocorrendo formação de aglomerados (CARVALHO, 1997).

A concentração de sólidos presentes no líquido de alimentação exerce grande impacto sobre a eficiência da operação de secagem. Devido ao custo do processo, o spray dryer deve operar com o máximo teor de sólidos possível, possibilitando uma utilização adequada do calor (MASTERS, 1985). Além disso, a influência do teor de sólidos no material de partida é refletida no tamanho de partícula e na densidade do produto final.

A tensão superficial do material a ser seco também exerce influência proporcional sobre a energia gasta para formar as gotículas. A adição de tensoativos é utilizada com a finalidade de reduzir a tensão superficial, propiciando a formação de gotículas menores e aumento na velocidade de aspersão (DE CAMPOS, 1996; SOARES, 2002).

Em relação ao processo, um dos parâmetros de maior importância é a temperatura do ar de entrada, sendo determinante na qualidade do produto obtido. O aumento na temperatura do material de entrada facilita o processo de secagem, pois normalmente reduz a tensão superficial e a viscosidade, facilitando a formação de gotículas (SOARES, 2002). Ainda que a temperatura de entrada possa ser consideravelmente elevada, os sólidos em cada partícula nunca são aquecidos acima da temperatura de saída.

A umidade do produto final de secagem é determinada pela temperatura de saída, que por sua vez é dependente da temperatura de entrada. A temperatura do produto aspergido estará aproximadamente 20° C abaixo da temperatura de saída. O melhor ajuste da temperatura de entrada e saída necessita ser estabelecido para otimização das características físicas do produto (DE CAMPOS, 1996; AULTON, 2002).

As mudanças morfológicas das partículas em diferentes locais



da câmara de secagem foram avaliadas por Alamilla-Beltrán. Essas alterações foram relacionadas à umidade e às temperaturas do processo. Em temperaturas mais baixas foram observadas partículas com menor tamanho, que se apresentaram com uma fina crosta, compacta e irregular (OLIVEIRA e PETROVICK, 2009)

O ajuste da velocidade de alimentação é realizado com a finalidade de que o líquido presente nas gotículas evapore antes que estas entrem em contato com as paredes da câmara de secagem. Velocidades de alimentação excessivas conduzem à diminuição da temperatura de saída e ao acúmulo do material sobre as paredes da câmara (MASTERS, 1985; RANKELL et al., 2001).

Através da avaliação da temperatura do ar de saída e da inspeção das paredes da câmara de secagem é determinado o fluxo de alimentação. Se a temperatura do ar de entrada permanecer constante, uma diminuição na taxa de alimentação do líquido acarretará em aumento na temperatura do material de saída (MASTERS, 1985; RANKELL et al., 2001).

### **3 Trabalhos relatados na literatura**

Existem na literatura vários estudos sobre a produção de extratos secos. Na grande maioria desses trabalhos, na etapa de desidratação, foi utilizado o processo por Spray Dryer.

Vasconcelos, Medeiros e Moura (2005) estudaram a influência da temperatura de entrada e a concentração de Aerosil, um agente adjuvante, na obtenção de extratos secos por aspersão da *Schinus terbinthifolius* Raddi (Aroeira da Praia). Os extratos foram secos em Mini-spray dryer, Buchi B191, com adição do adjuvante numa proporção de 20:80; 25:75 e 30:70 (p/p) de Aerosil®200 em relação ao resíduo seco. Os autores variaram a temperatura de entrada de 120 a 160 °C. A umidade residual, o rendimento final do produto e o aumento da massa frente à umidade relativa controlada de 90 % foram usados como critério de avaliação. A análise de superfície de resposta revelou que à medida que a temperatura e a concentração de Aerosil aumentam, diminui a umidade residual dos extratos, bem como sua higroscopicidade. As melhores condições de secagem foram a temperatura de entrada de 140 °C e 30 % do adjuvante, resultando em rendimento acima de 80 %.

Silva-Júnior et. Al. (2006), reportaram a obtenção do extrato fluido de *Symphytum officinale* L. e posterior secagem por nebulização, e a caracterização físico-química por técnicas termogravimétricas, espectroscópicas e cromatográficas. A atomização do material dentro da câmara foi realizada pelo emprego de uma bomba peristáltica e de um bico atomizador tipo duplo fluido com diâmetro de saída de 2 mm. As condições de secagem utilizadas foram: temperatura de saída utilizada igual a 100 °C, a vazão do ar de atomização foi 4 L/min, a vazão do ar de secagem de 27,83 m<sup>3</sup>/h e a vazão de alimentação do extrato foi 4 L/min. Os autores utilizaram como adjuvante a hidroxietilcelulose na concentração de 1,5%, que melhorou a recuperação do produto seco durante seu processamento. O processo de secagem não influenciou as características dos constituintes do extrato seco em relação ao extrato fluido pelas técnicas utilizadas.

Toneli et al. (2008) estudaram a influência da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó, obtida a partir da secagem por atomização de um concentrado de inulina extraído de raízes de chicória. Para a obtenção da inulina utilizaram um mini spray dryer, marca BÜCHI, modelo B191. A alimentação do secador foi realizada através de uma bomba peristáltica, cuja velocidade de rotação pode ser ajustada em função da velocidade máxima, que corresponde a uma taxa de secagem de 1,5 kg de água/hora. O processo de secagem foi realizado à temperatura de 210 °C, com o material mantido à temperatura de 25 °C na alimentação, que foi conduzida a 5% da velocidade máxima da bomba peristáltica. O fluxo de ar comprimido foi mantido constante a 600 L/hora.

Oliveira e Petrovick (2009) apresentaram um trabalho sobre revisão bibliográfica em que são apresentados e discutidos resultados de trabalhos relacionados a parâmetros de processo e formulação, e as aplicações da técnica com enfoque no desenvolvimento de extratos secos oriundos de vegetais, principalmente da flora medicinal brasileira. Este trabalho é uma importante fonte de estudos da influência dos parâmetros de secagem e do material de entrada na qualidade final dos produtos secos.

## 4 Conclusão

O processo de secagem por spray dryer é muito utilizado na produção de extratos vegetais secos utilizados como matéria-prima dos medicamentos fitoterápicos. O conhecimento da técnica de secagem por spray drying possibilita a obtenção de extratos com características tecnológicas adequadas para um produto com maior qualidade.

## 5 Referências Bibliográficas

AULTON, M. E. 2002. *Pharmaceutics: The Science of Dosage Form Design*. 2 ed. Edinburg: Churchill Livingstone, p. 388- 390.

CARVALHO, A. B. C.; BALBINO, E. E.; MACIEL, A. S Situação do registro de medicamentos fitoterápicos no Brasil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. V. 18, p. 314-319, 2008.

DE CAMPOS, A. M. 1996. Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Ilex paraguariensis* St. Hill. Aquifoliaceae (erva-mate). Porto Alegre, 149p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS.

DE SOUZA, K. C. B. 1997. Desenvolvimento de metodologia analíticas e tecnológicas na obtenção de extratos secos nebulizados de *Passiflora edulis* forma *flavicarpa*. Porto Alegre, 141p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS.

DE SOUZA, K. C. B.; PETROVICK, P. R.; BASSANI, V. L.; GONZALEZ ORTEGA G. The adjuvants Aerosil 200 and Gelita-Sol-P influence on the technological characteristics of Spraydried powders from *Passiflora edulis* var. *flavicarpa*. *Drug Development and Industrial Pharmacy*. v. 26, p. 331-336, 2000.

DE SOUZA, K. C. B.; SCHAPOVAL, E. E. S., BASSANI, V. L. LC determination of flavonoids: separation of quercetin, luteolin and 3-O-methylquercetin in *Achyrocline satureioides* preparations. *Journal Pharmaceutical and Biomedical*. v. 28, p. 771-777. 2002. Depto de Engenharia.

HELDMAN, D. R.; HARTEL, R. W. *Principles of Food Processing*. Chapman & Hall Food Science Book. 1998, 288 p.

Labmaq do Brasil Ltda. (2003a) Manual de Operações do Mini-Spray Dryer MSD 1.0. Depto de Engenharia.

Labmaq do Brasil Ltda. (2003b). Manual de Operações do Spray Dryer MSD 5.0.

MASTERS, K. 1985. Spray Drying Handbook. 4. ed. Londres: George Godwin.

MASTERS, K. Spray Drying Handbook. 3 Ed. New York, Longman Scientific & Technical, 1997.

OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. Revista Brasileira de Farmacognosia. v 20, n. 4, p. 641-650, 2010.

RANKELL, A. S.; LIEBERMAN, H.A.; SCHIFFMAN, R. F. 2001. Secagem. In: Lachman L, Lieberman HA, Kanig JL. Teoria e prática na indústria farmacêutica. Vol 1. Lisboa: Calouste Gulbenkian, p. 83-112.

SILVA-JÚNIOR, J. O. C.; VIEIRA, J. L. F., BARBOSA, W. L. R.; PEREIRA, N. L. Caracterização físico-química do extrato fluido e seco por nebulização de *Symphytum officinale* L. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 16, p. 671-677, 2006.

SOARES, L. A. L. 2002. Obtenção de comprimidos contendo alto teor de produto seco por aspersão de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek – Celastraceae. Desenvolvimento tecnológico de produtos intermediários e final. Porto Alegre, 285p. Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRGS.

SOARES, L. A. L.; GONZÁLEZ ORTEGA, G.; PETROVICK, P. R.; SCHMIDT. P. C. Dry granulation and compression of spray-dried plant extracts. AAPS PharmSciTech. v. 6, p. 359-366, 2005.

TONELI, J. T. C. L.; PARK, K. J.; MURR, F. E. X.; NEGREIROS, A. a. Efeito da umidade sobre a microestrutura da inulina em pó. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 28, n.1, 2008.

VASCONCELOS, E. A. F.; MEDEIROS, M. G. F.; RAFFI, F. N.; MOURA, T. F. A. L. Influência da temperatura de secagem e da concentração de Aerosil®200 nas características dos extratos secos por aspersão da *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia. v. 15, n.3, 2005.

VOIGT, R. Pharmazeutisch Technology. Uberarb. Auflage Suttgart: Wissenschaftliche, 2000.

ZÉTOLA, M.; DE LIMA, T. C. M.; SONAGLIO, D.; GONZÁLEZ-ORTEGA, G.; LIMBERGER, R. P.; PETROVICK, P. R., BASSANI, V. L. C. N. S. Activities of liquid and spray-dried extracts from *Lippia alba* - Verbenaceae (Brazilian false melissa). *Journal of Ethnopharmacology*. v.82, p. 207-215, 2002.



**HUMANAS**

