

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO

Produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais
brasileiras: estudo da viabilidade técnica e econômica do
processo em leito de jorro

Cláudia Regina Fernandes de Souza

Ribeirão Preto

2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS DE RIBEIRÃO PRETO

Produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais
brasileiras: estudo da viabilidade técnica e econômica do
processo em leito de jorro

Tese de Doutorado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Farmacêuticas para a obtenção do título
de Doutor em Ciências Farmacêuticas.

Área de concentração: Medicamentos e
Cosméticos.

Orientada: Cláudia Regina Fernandes de Souza
Orientador: Prof. Dr. Wanderley Pereira de Oliveira

Ribeirão Preto

2007

“AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO OU PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE – O AUTOR”

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca Central do Campus Administrativo
de Ribeirão Preto - USP

Souza, Cláudia Regina Fernandes

Produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais brasileiras: estudo da viabilidade técnica e econômica do processo em leito de jorro. Ribeirão Preto, 2007.

219 p. : il. ; 30 cm

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, USP

Área de concentração: Medicamentos e Cosméticos

Orientador: Oliveira, Wanderley Pereira.

1. secagem. 2. extrato seco. 3. leito de jorro. 4. Bauhinia forficata Link. 5. viabilidade técnica e econômica.

Folha de aprovação

Cláudia Regina Fernandes de Souza

Produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais brasileiras:
estudo da viabilidade técnica e econômica do processo em leite de jorro

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas para
obtenção do título de Doutor em Ciências
Farmacêuticas

Área de concentração: Medicamentos e Cosméticos

Orientador: Prof. Dr. Wanderley Pereira Oliveira

Aprovada em: ___/___/___

Banca examinadora

Prof (a) Dr (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof (a) Dr (a): _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

RESUMO

SOUZA, C.R.F. **Produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais brasileiras: estudo da viabilidade técnica e econômica do processo em leito de jorro.** 2007. 219p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

Neste trabalho investigou-se o potencial tecnológico e econômico do processo de secagem em leito de jorro para a produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais brasileiras utilizando como modelo experimental a *Bauhinia forficata* Link. O objetivo foi demonstrar que essa é uma tecnologia potencial para o processamento de plantas medicinais, mercado mundial que gira em torno de 22 bilhões de dólares anuais. Os extratos vegetais apresentam composição química complexa (ácidos graxos, açúcares, fibras, proteínas e resinas) o que torna a etapa de desidratação destes materiais uma tarefa desafiadora, principalmente quando a secagem ocorre sobre a superfície de corpos inertes como no secador de leito de jorro. Torna-se imprescindível, portanto, a utilização de adjuvantes de secagem como as maltodextrinas, amidos, dióxido de silício coloidal entre outros. Dentre os problemas operacionais frequentemente observados pode-se citar o acúmulo de produto sobre a superfície do material inerte tornando-o mais pesado e acarretando em instabilidades fluidodinâmicas e redução da produtividade do equipamento. Um aumento nas taxas de degradação térmica dos princípios ativos também é observado devido à elevação do tempo de exposição do material a elevadas temperaturas. A influência dos adjuvantes de secagem em diferentes proporções (20 a 80 %) sobre as propriedades físicas dos extratos foi avaliada através de ensaios de tensão superficial, ângulo de contato, desprendimento do filme de extrato da superfície inerte, densidade e comportamento reológico. Ensaios de secagem com diversos adjuvantes apontaram o dióxido de silício coloidal como o responsável pelos melhores resultados, sendo o material de escolha para os ensaios seguintes. Os ensaios de secagem realizados em duas configurações de leito de jorro (convencional e com instalação de tubo *draft*) foram delineados através de um planejamento composto central onde as variáveis estudadas foram a % de adjuvante (% Adj), a vazão do ar de secagem (Q/Q_{jm}), e a vazão de suspensão alimentada ao sistema (W_s/W_g), sendo a temperatura de secagem (T_{ge}), fixada em 150 °C. Os resultados da análise estatística e as tendências observadas dos efeitos das variáveis independentes estudadas (% Adj, Q/Q_{jm} e W_s/W_g) sobre as variáveis respostas, recuperação do produto (Rec), acúmulo de material no leito (Ac), perda por dessecação (X_p), degradação dos flavonóides (DT_F), e diâmetro médio das partículas (D_p), mostram que as variáveis % Adj e Q/Q_{jm} apresentaram significância estatística sobre o processo de secagem, para as condições operacionais estudadas. Análises físicas e químicas como X_p , DT_F , D_p , perfil cromatográfico, difração de raios X e comportamento térmico, e o monitoramento do desempenho do equipamento de secagem (Rec e Ac) foram realizadas. Ensaios de atividade antioxidante e hipoglicemiante foram realizados para os melhores extratos apresentando resultados promissores. De posse do conhecimento tecnológico do processo, realizou-se um levantamento de sua viabilidade econômica. Foram estimados os gastos necessários para a montagem de uma unidade (pequena escala) produtora de extratos secos e os custos médios envolvidos na obtenção do produto final. Os resultados deste trabalho indicam a viabilidade técnica e econômica do processo em leito de jorro para a obtenção de extratos secos de plantas medicinais, despontando como um processo alternativo frente ao *spray dryer* comumente usado nas indústrias de processamento fitoterápico.

Palavras-chave: extrato seco, secagem, leito de jorro, *Bauhinia forficata*, viabilidades técnica e econômica.

SUMMARY

SOUZA, C.R.F. **Standardized dried extracts of Brazilian medicinal plants: assessment of technical and economical feasibility of the spouted bed drying**. 2007. 219p. Thesis (Doctoral). Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

The aim of this work was to investigate the technological and economical feasibility of the spouted bed drying process for production of the standardized dried extracts of Brazilian medicinal plants using the *Bauhinia forficata* Link as an experimental model. The objective was to demonstrate the potential of this technology for the processing of medicinal plants, a world market of 22 billions of dollars a year. Vegetable extracts have a complex chemical composition (fatty acids, sugars, fibers, proteins and resins), making the dehydration of these materials a challenging task, mainly for drying on the surface of inert bodies, like the spouted bed drying. Thus, the use of drying aids like maltodextrins, starch, colloidal silicon dioxide is mandatory. Among the operating problems frequently observed, there is the product accumulation on the surface of the inert material increasing its weight, causing hydrodynamic instabilities and reduction of the equipment productivity. A high increase in the thermal degradation of the active substances is also observed. This behavior is attributed to the increase in the exposure time of the material at high temperatures. The effects of the different proportions of drying aids (20 to 80 %) on the physical properties of the extracts were evaluated through determination of the surface tension, contact angle, detachment of the extract film from the surface of the inert material, density and rheological behavior. Drying tests carried out with several drying aids showed a better performance with the colloidal silicon dioxide, being the selected material for the further tests. Drying runs were carried out in two spouted bed configurations (conventional and with draft tube), according to a central composite design. The variables studied were the % of the drying adjuvant, the drying gas flow rate, parameterized by the ratio Q/Q_{jm} , and the flow rate of the extract fed to the system (W_s/W_g). The statistical analysis results and the effects presented by independent variables (% Adj, Q/Q_{jm} and W_s/W_g), on the responses product recovery (Rec), product accumulation in the bed (Ac), loss on drying (X_p), flavonoid degradation (DT_F), and mean powder diameter (D_p), showed a significant effect of the parameters % Adj and Q/Q_{jm} , for the operating conditions investigated. Physical and chemical analysis of the dried product, such as loss on drying, degradation of the active substances, particle size distribution, chromatographic profiles, X-ray diffraction, thermal behavior, and the monitoring of the equipment performance (Rec and Ac) were performed. Evaluation of the antioxidant and hypoglycemic activity were carried out for the extracts obtained at optimized conditions, presenting promising results. After the technological investigation, an evaluation of the economical viability of the process was carried out. The installation costs of a small scale unity for production of dried extracts, and the average costs involved for the obtaining of the final product were estimated. The results of this work indicated the technical and economical feasibility of the spouted bed drying for the production of dried extracts of medicinal plants, emerging as an alternative to the spray drying, commonly used in the phytotherapeutic processing industries.

Keywords: dried extract, drying, spouted bed, *Bauhinia forficata*, technical and economical feasibility.

1. Introdução

1. Introdução

O uso de produtos naturais com propriedades terapêuticas data de civilizações remotas e, por um longo tempo, produtos derivados de minerais, animais e plantas, foram as principais fontes de drogas. Com o advento da Revolução Industrial e o desenvolvimento da química orgânica houve uma tendência a desenvolver produtos sintéticos para tratamentos farmacológicos (RATES, 2001).

Atualmente, as substâncias vegetais, são empregadas na indústria farmacêutica como matéria prima para a extração de princípios ativos ou precursores e, principalmente, para a produção de tinturas, xaropes, chás, extratos fluidos e secos. Estas substâncias são muito cogitadas por profissionais da saúde e por órgãos governamentais como um recurso terapêutico nos serviços de saúde (BRASIL, 2001). Porém, para que isto ocorra, os compostos vegetais devem estar em formas padronizadas, com a caracterização qualitativa e quantitativa dos seus princípios ativos, fornecendo os requisitos de qualidade, efetividade e segurança exigidos em uma preparação farmacêutica moderna (BRASIL, 2004).

A matéria prima vegetal é o fator de maior importância no processamento de produtos à base de plantas medicinais. As plantas, no que diz respeito à sua composição química, se apresentam irregulares devido à influência de múltiplos fatores (origem, secagem e condições de estocagem). A adulteração é um ponto crítico quando se trabalha com produtos vegetais necessitando-se de validação das fontes comerciais. Casos de intoxicação devido à confusão por troca de materiais vegetais são rotineiros. Geralmente, o material vegetal bruto é processado a fim de se obter um extrato. Devido à complexa composição das substâncias vegetais, o processamento é um passo crucial na manutenção da constância da qualidade. Alguns parâmetros chaves são de grande importância durante o processamento de extratos como por exemplo, parte da planta a ser usada (folhas, raízes, flores); coleta do material vegetal; método de extração e passos adicionais de purificação; tipo e concentração do solvente; razão entre o material vegetal bruto e o solvente (BAUER, 1998; McDERMOTT e MOTYKA, 2000; MURCH, KRISHNARAJ e SAXENA, 2000; BUSSE, 2000; MACIEL et al., 2002; CHAN, 2003).

Variações devido a diferentes fatores como temperatura, exposição solar, quantidade de água, nutrientes, período e horário da coleta, método de coleta, idade e parte da planta utilizada, secagem, armazenamento e transporte podem afetar grandemente a qualidade da matéria prima e, conseqüentemente, o valor terapêutico das plantas medicinais. Portanto, para que estes medicamentos possam fazer parte do arsenal terapêutico é necessário que se mantenha a constância de seus princípios ativos (BRASIL, 2001; MAHADY, 2001).

Diferenças nas concentrações dos princípios ativos de matérias primas vegetais, são minimizadas por processos tecnológicos de padronização do extrato bruto através de metodologias de secagem.

O extrato na forma de pó, desde que preparado adequadamente, apresenta inúmeras vantagens frente à forma fluida convencional tais como, menor espaço necessário para o armazenamento, maior concentração, estabilidade e facilidade de padronização dos princípios ativos presentes nas plantas, o que aumenta o valor agregado do produto.

Existem na literatura vários estudos sobre a produção de extratos secos (RÉ e FREIRE, 1989; TEIXEIRA, 1996; De PAULA, 1996; SENNA, 1993; SENNA et al., 1997; MARTINS, 1998; CORDEIRO, 2000; RUNHA et al., 2001; SOUZA, 2003). Vários destes autores utilizaram, na etapa de desidratação, o *spray dryer*, equipamento muito utilizado nas indústrias de produção destes insumos farmacêuticos.

Por outro lado, o leito de jorro com partículas inertes tem sido amplamente utilizado para a secagem de produtos presentes na forma líquida, tais como pastas, suspensões ou soluções (OLIVEIRA, 1996), sendo indicado para a secagem de materiais termosensíveis, como produtos biológicos (PHAM, 1983; RÉ e FREIRE, 1988; BARRET e FANE, 1990), químicos (REGER et al., 1967; ORMOS e BRICKLE, 1980), alimentícios (LIMA et al., 2000; LIMA, ALSINA e MORAIS, 2002; COLLARES et al., 2004; MEDEIROS et al., 2004) e farmacêuticos (RÉ e FREIRE, 1987; CORDEIRO, 2000; RUNHA et al., 2001; SOUZA, 2003; OLIVEIRA et al., 2006). A esse equipamento é atribuído um baixo custo de instalação e de operação e, maior taxa de secagem por unidade de volume do equipamento, o que reduz os custos de produção. O Grupo de Pesquisas em Secagem e Aglomeração de Produtos Farmacêuticos da FCFRP/USP tem desenvolvido estudos com o objetivo de aplicar esse

processo para a produção de extratos secos de plantas medicinais brasileiras, obtendo resultados promissores (CORDEIRO, 2000; RUNHA et al., 2001; SOUZA, 2003; BOTT, 2004).

Entretanto, muitos desafios existem para que esse processo possa ser empregado industrialmente, devido principalmente à grande diversidade de materiais a serem secos que apresentam distintas composições químicas (substâncias termolábeis, voláteis, ácidos orgânicos, resinas etc), e dificuldades para a ampliação de escala desses sistemas. Devido à complexa composição destes materiais (ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares redutores, lipídios e proteínas), vários problemas ocorrem durante a secagem como a instabilidade no leito, acúmulo, revestimento das partículas inertes, aglomeração e colapso do sistema. Em geral, estes problemas possuem relação com as propriedades físico-químicas da suspensão de alimentação, do material inerte e de condições operacionais utilizadas (MEDEIROS et al., 2002; BENALI e AMAZOUZ, 2002; BHANDARI e HOWES, 2005).

As propriedades da suspensão de alimentação podem ser modificadas pela adição de adjuvantes de secagem como as maltodextrinas, amidos, dióxido de silício coloidal entre outros. Os efeitos da adição destes carreadores de secagem são relativamente previstos para a secagem em *spray dryer*, sendo tema de inúmeros trabalhos reportados na literatura (BHANDARI, DATTA e HOWES, 1997; CANO-CHAUCA et al., 2005; CHEGINI e GHOBADIAN, 2007). Entretanto, estas informações não são prontamente extensíveis ao leito de jorro devido aos distintos mecanismos de secagem.

Este trabalho tem por objetivo investigar o potencial tecnológico e econômico do processo de secagem em leito de jorro para a produção de extratos secos padronizados de plantas medicinais brasileiras, utilizando como modelo experimental a *Bauhinia forficata* Link (espécie vegetal amplamente utilizada na medicina popular para o tratamento de diversas doenças, em especial, o diabetes). Enfatizou-se o estudo da composição geral do extrato vegetal utilizado, as características de adjuvantes rotineiramente empregados na secagem e sua influência na operação, na estabilidade do processo e implicações nas propriedades de extratos secos padronizados. Uma avaliação econômica do processo também foi realizada, de forma a identificar fatores que possam contribuir nos custos de obtenção de extratos secos em leito de jorro.

6. Conclusões

6. Conclusões

O desenvolvimento deste trabalho, levou à obtenção de informações relevantes sobre diversos aspectos envolvidos na produção de extratos secos de *B. forficata*, utilizando-se o processo em leito de jorro na etapa de secagem. A análise dos resultados experimentais permite várias conclusões abordando os aspectos de processo, avaliação da atividade antioxidante e referentes à viabilidade econômica do processo estudado. A seguir apresentam-se as conclusões obtidas nas condições experimentais utilizadas.

6.1 Aspectos de processamento

Durante o desenvolvimento dos experimentos de secagem foram detectados vários problemas de ordem técnica, como acúmulo de pó no interior do leito, aglomeração dos materiais inertes, elevação da altura da fonte entre outros que culminavam na maioria dos casos em colapso do equipamento. De forma a minimizar os problemas operacionais foram desenvolvidos métodos para sua detecção e sugeridas adequadas soluções. O estudo do comportamento do extrato concentrado e suas preparações com diversos adjuvantes de secagem foi realizado utilizando inúmeras metodologias, dentre elas, a que apresentou resultados significantes foi a análise reológica, que evidenciou alterações importantes quando a temperatura de análise foi alterada de 25 °C para 75 °C. O incremento na concentração de dióxido de silício elevou os valores de viscosidade, sendo estas preparações (60 a 80 %) as que apresentaram melhores desempenho na secagem.

Os resultados da análise estatística realizada para as duas configurações de leito de jorro (convencional e com tubo *draft*) e as tendências observadas dos efeitos das variáveis independentes (% Adj, Q/Q_{jm} e W_s/W_g) sobre as variáveis resposta (Rec, Ac, X_p , D_p e DT_F) mostram que as variáveis % Adj e relação Q/Q_{jm} foram as que exerceram maior influência no processo. Instabilidades fluidodinâmicas e colapso do leito foram observados na sua totalidade quando se fazia uso de vazões de ar de secagem reduzidas ($Q/Q_{jm} = 1,26$ e $1,4$), na presença de baixas concentrações de adjuvante de secagem (20 e 40 %) e altas relações de vazão de alimentação (W_s/W_g). A configuração com tubo *draft* ocasionou um incremento nos valores de

degradação dos flavonóides (15,14 a 30,51 %) quando comparados os resultados com os obtidos pela configuração sem tubo *draft* (12,70 a 22,06 %).

Ensaio para avaliar uma possível ampliação de escala do processo foram realizados em um leito de jorro com coluna de 200 mm. Os resultados de acúmulo de produto ficaram em torno de 42,4 a 49,9 % quando utilizada a relação Q/Q_{jm} de 1,4 e menores valores em torno de 24,1 a 38,1 % com a relação de Q/Q_{jm} de 1,8. Quanto à degradação térmica do flavonóides, obteve-se valores inferiores aos obtidos nos ensaios de secagem em leito de jorro convencional e com tubo *draft*, com valores em torno de 10,2 a 16,9 %. O melhor resultado quanto a recuperação do produto (50,7 %) foi obtido para a relação Q/Q_{jm} de 1,8; W_s de 51 g/minuto e adição de 80 % de adjuvante de secagem (tixosil).

As análises de CLAE revelaram que o processo de secagem não causa danos significativos nos perfis cromatográficos dos extratos concentrados e submetido a secagem em leito de jorro. Outras ferramentas analíticas como a análise térmica e a difração de raios X se mostram úteis na avaliação da qualidade dos extratos secos. Porém devido à complexa composição destes materiais, maiores estudos devem ser realizados visando a obtenção de subsídios para utilização destas ferramentas no controle de qualidade de extratos secos de plantas medicinais.

Ensaio de atividade antioxidante (*in vitro*) dos extratos concentrados e secos mostraram a manutenção de sua atividade após o processamento. Os valores do IC_{50} indicam que o processo de secagem não alterou a atividade antioxidante dos extratos ficando os valores em torno de 16 $\mu\text{g/mL}$ para o extrato concentrado e 10,2 a 26,2 $\mu\text{g/mL}$ para os extratos secos calculados com base no extrato puro (descontando a % de adjuvante). Ensaio de peroxidação lipídica induzida pelo sistema Fe^{+2} /citrato confirmaram a manutenção da atividade antioxidante dos extratos secos, sendo o valor de 22,3 $\mu\text{g/mL}$ para o extrato concentrado e 25,9 $\mu\text{g/mL}$ para o extrato seco (descontando-se a % de adjuvante utilizada).

De posse destas informações, torna-se possível indicar que as condições otimizadas para a produção de extrato seco de *B. forficata* em leito de jorro foram: $T_{ge} = 150\text{ }^\circ\text{C}$; $W_s/W_g = 11,1$ a $35,0$ g/minuto; % Adj = 60 % de tixosil (calculados sobre a C_s do extrato concentrado); $Q/Q_{jm} = 1,8$; em leito de jorro convencional (sem a presença do tubo *draft*).

6.2 Análise econômica do processo em leite de jorro

Os indicadores mostram que todas as plantas operacionais (capacidades produtivas de 100 a 400 kg/mês) estudadas são financeiramente viáveis. O valor presente líquido (VPL) de cada planta operacional foi positivo e a taxa interna de retorno (TIR) variou de 17 a 439 %. O menor valor de TIR ocorreu para a produção mensal de 100 kg de extrato seco e para o preço de venda do produto de R\$ 100,00/kg sendo este cenário o que apresentou maior tempo para o retorno do capital investido, 43 meses.

O menor tempo de retorno do capital investido (*pay-back time*) foi obtido para a produção mensal de 400 kg extrato seco e para o preço de venda estimado em R\$ 200,00/kg. Neste cenário o capital inicial investido retorna em um prazo de 2,2 meses. O valor presente líquido da planta operacional aumenta com o aumento da capacidade de produção. O máximo valor presente líquido e o mínimo período *de pay-back* foram obtidos para a capacidade operacional de 400 kg/mês e ao preço de venda do extrato seco de R\$ 200,00/kg.

Para uma taxa de retorno de 20 %, o preço mínimo de venda estimado para o quilo de extrato seco de *B. forficata* foi de R\$ 103,72 para unidade produtora de 100 kg/mês e de R\$ 72,34 para uma produção mensal de 400 kg/mês.

6.3 Sugestões para futuros trabalhos

O desenvolvimento de estudos com objetivos de fabricação de um produto (medicamento) à base de plantas medicinais para uso em seres humanos é uma tarefa difícil, tanto do ponto de vista da complexa mistura de compostos químicos presentes nas plantas medicinais como das regulamentações técnicas, cada vez mais exigentes na busca de produtos de alta qualidade e eficiência. É evidente que um trabalho de pesquisa científica abra novas frentes de investigação. Sendo assim, alguns pontos serão destacados aqui e devem merecer maior atenção para o delineamento de futuros estudos:

- avaliar a influência da concentração de sólidos do extrato concentrado e diferentes propriedades reológicas sobre o desempenho do processo de secagem e recuperação do produto;

- realizar um levantamento das características físico-químicas das soluções extrativas obtidas a partir de diferentes plantas medicinais e relacioná-las com o desempenho obtido durante a secagem, a fim de estabelecer uma relação, visando antecipar os problemas que possam surgir durante a secagem;

- avaliar outros tipos de adjuvantes de secagem buscando reduzir os custos com matéria prima para a produção do extrato seco;

- buscar, através de ferramentas analíticas como análise térmica, difração de raios X e espectroscopia de infravermelho, informações úteis para a caracterização dos extratos secos obtidos e para prever possíveis alterações estruturais durante o armazenamento;

- estudar a estabilidade e determinar o prazo de validade dos extratos bem como estudo de embalagens especiais para a manutenção das características finais do produto durante todo o período de validade e,

- realizar a análise econômica da produção de extratos secos de *B. forficata* pelo processo de secagem em *spray dryer* e confrontar os resultados com os obtidos para a análise em leito de jorro.

Referências bibliográficas

Referências bibliográficas

AMARAL, D.; DALPASQUALE, V.A. Custos de secagem de sementes de milho (*Zea mays* L.) em espigas usando simulação matemática. **Engenharia Agrícola**, v. 20 (1), p. 55-66, 2000.

ARUOMA, O.I. Free radicals, antioxidants and international nutrition. **Asia Pacific Journal Clinical Nutrition**, v. 8 (1), p. 53-63, 1999.

ASSAF-NETO, A. **Matemática financeira e suas aplicações**. 3º ed., Editora Atlas, 1997, 427p.

AZIZ, R.A.; KUMARESAN, S.; TAHER, Z.T.; YEE, D.F.C. Phytochemical processing: the next emerging fields in chemical engineering – aspects and opportunities. Disponível em: <<http://kolmetz.com/technical-articles.html>>. Acesso em 10 de março de 2007.

BARRET, N.; FANE, A. Drying liquid materials in a spouted bed. **Drying'89**, New York, Hemisphere Publishing Corporation, Ed. A.S. Mujumdar and M. Roques, p. 415-420, 1989.

BASSANI, V.L. **Valorisation de formes galeniques vegetales desalcoolisation et concentration de solutions extractives sur membrane d'osmose inverse**. Montpellier: Faculté de Pharmacie, (Tese), 1990, 261p.

BAUER, R. Quality criteria and standardization of phytopharmaceuticals: can acceptable drug standards be achieved. **Drug Information Journal**, v. 32, p. 101-110, 1998.

BENALI, M.; AMAZOUZ, M. Drying of vegetable starch solutions on inert particles: quality and energy aspects. **Journal of Food Engineering**, v. 74 (4), p. 484-489, 2006.

BENALI, M.; AMAZOUZ, M. Effect of drying aid agents on processing of sticky materials. **Developments Chemical Engineering and Mineral Processing**, v. 10 (3-4), p. P10 1-14, 2002.

BERGMAN, M.; FELIG, P. The endocrine pancreas: diabetes mellitus. In: FELIG, P. et al. **Endocrinology and metabolism**. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, cap. 19, p. 1107-1250, 1995.

BERISTAIN, C.; AZUARA, E.; TAMAYO, T.; VERNON-CARTER, E.J. Effect of caking and stickiness on the retention of spray-dried encapsulated orange peel oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 1613-1616, 2003.

BERNARDI, L.A. **Manual de empreendedorismo e gestão, fundamentos, estratégias e dinâmicas**. São Paulo, Editora Atlas, 2003, 314p.

BHANDARI, B.R.; HOWES, T., Implication of glass transition for the drying and stability of dried foods. **Journal of Food Engineering**, v. 40, p. 71-79, 1999.

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

BHANDARI, B.R.; HOWES, T. Glass transition relation to stickiness during spray drying. In: **Proceedings of International Conference on Innovations in Food Processing Technology and Engineering**, 11-13 December, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand, 2002.

BHANDARI, B.; HOWES, T. Relating the stickiness property of foods undergoing drying and dried products to their surface energetics. **Drying Technology**, v. 23, p. 781-797, 2005.

BLOIS, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. **Nature**, v. 26 (4617), p. 1199-1200, 1958.

BOTT, R.F. **Estudo comparativo da produção de extrato seco de plantas medicinais pelos processos *spray dryer* e leito de jorro**. Relatório de Iniciação Científica do Programa PIBIC CNPq/USP, Ribeirão Preto, SP, FCFRP/USP, 2001.

BOTT, R.F. **Avaliação da estabilidade de extratos secos padronizados de plantas medicinais Brasileiras**. Relatório apresentado ao PPG-FCFRP/USP para realização de exame de qualificação de mestrado, Ribeirão Preto, SP, 2004.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye-binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Resolução da Diretoria Colegiada n. 48, de 16 de março de 2004. **Regulamenta o registro de produtos fitoterápicos no Brasil**, Diário Oficial da União; Poder Executivo, Brasília, 18 de março de 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde, **Proposta de política nacional de plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos**, 1º ed., 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, **Resolução – RE nº 899, de 29 de maio de 2003. Guia para validação de métodos analíticos e bioanalíticos**, Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=5745>>. Acesso em 01 de junho de 2004.

BROWN, M.E. **Introduction to thermal analysis: techniques and applications**. Cambridge, Great Britain, Chapman and Hall, 1988, 211p.

BUSSE, W. The significance of quality for efficacy and safety of herbal medicinal products. **Drug Information Journal**, v. 34, p. 15-23, 2000.

CALIXTO, J.B. Efficacy, safety, quality control, marketing and regulatory guidelines for herbal medicines (phytotherapeutic agents). **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, p. 179-189, 2000.

CANMET - Energy Diversification Research Laboratory, 1999, Disponível em: <http://cetc-varenes.nrcan.gc.ca/eng/publication/1999-46-47e.pdf>. Acesso em fevereiro de 2003.

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**, v. 6, p. 420-428, 2005.

CARIBÉ, J.; CAMPOS, J.M. **Plantas que ajudam o homem**. São Paulo: Cultrix - Pensamento, 1991.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B.H. **Análise de investimentos**. 6º ed., Editora Atlas, 1994, 448p.

CESAR, A.C.W. **Análise da viabilidade econômica de um processo de extração e purificação da bromelina do abacaxi**. PPG-FEQ/UNICAMP, (Tese), Campinas, São Paulo, 2005, 111p.

CHAN, K. Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. **Chemosphere**, v. 52, p. 1361-1371, 2003.

GHEGINI, G.R.; GHOBADIAN, B. Spray dryer parameters for fruit juice drying. **World Journal Agricultural Sciences**, v. 3 (2), p. 230-236, 2007.

CHOI, M.; MEISEN, A. Hydrodynamics of shallow conical beds. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 70, p. 916-924, 1992.

CHU, K.K.W.; CHOW, A.H.L. Impact of carbohydrate constituents on moisture sorption of herbal extracts. **Pharmaceutical Research**, v. 17 (9), p. 1133-1137, 2000.

COLLARES, F.P. **Desprendimento de filmes de pastas alimentícias durante a secagem sobre superfícies de sólidos e sua relação com a temperatura de transição vítrea**. PPG-FEQ/UNICAMP, (Tese), Campinas, São Paulo, 2001, 205p.

COLLARES, F.P.; FINZER, J.R.D.; KIECKBUSCH, T.G. Glass transition control of the detachment of food pastes dried over glass plates. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 261-267, 2004.

COLLARES, F.P.; KIECKBUSCH, T.G.; FINZER, J.R.D. Transição vítrea e a secagem de pastas alimentícias sobre a superfície de sólidos inertes. In: **XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM XIII COBEQ**, realizado em Águas de São Pedro, SP, no período de 24 a 27 de setembro de 2000.

COLLARES, F.P.; KIECKBUSCH, T.G. Influência do fenômeno de transição vítrea sobre a secagem de pastas alimentícias. In: **XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM do XIV COBEQ**, realizado em Natal, Rio Grande do Norte, no período de 25 a 28 de agosto de 2002.

COLLARES, F.P.; KIECKBUSCH, T.G.; FINZER, J.R.D. A transição vítrea em produtos alimentícios (Revisão). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 5, p. 117-130, 2002.

CORDEIRO, D.S. **Produção de extrato seco de *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss pelo processo leito de jorro**. PPGCF-FCFRP/USP, Ribeirão Preto, (Dissertação), 2000, 80p.

CORDEIRO, D.S.; OLIVEIRA, W.P. Technical aspects of the production of dried extract of *Maytenus ilicifolia* leaves by jet spouted bed drying. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 299 (1-2), p. 115-126, 2005.

COSTA, O.A. Estudo fármaco-químico da unha de vaca – *Bauhinia forficata*. **Revista Flora Medicinal**, v. 9, p. 175-189, 1945.

CUNHA, R.L.; CRUZ, A.G.; MENEGALLI, F.C. Effects of operating conditions of the quality of mango pulp dried in a spouted fluidized bed. **Drying Technology**, v. 24, p. 423-432, 2006.

CUNHA, R.L.; MAIALLE, K.G.; MENEGALLI, F.C. Evaluation of the drying process in spouted bed and spout fluidized bed of xanthan gum: focus on product quality. **Powder Technology**, v. 107, p. 234-242, 2000.

DAMASCENO, D.C.; VOLPATO, G.T.; CALDERON, I.M.P.; AGUILAR, R.; RUDGE, M.V.C. Effect of *Bauhinia forficata* extract in diabetic pregnant rats: maternal repercussions. **Phytomedicine**, v. 11 (2), p. 196-201, 2004.

De PAULA, I.C. **Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato seco nebulizado de *Achyrocline satureioides* (LAM.) DC. Compositae** – Marcela. PPGCF-UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (Dissertação), 1996, 194p.

DJAMARANI, K.M.; CLARK, I.M. Characterization of particle size based on fine and coarse fractions. **Powder Technology**, v. 93 (2), p. 101-108, 1997.

DONIDA, M.W.; ROCHA, S.C.S.; BARTHOLOMEU, F. Influence of polymeric suspension characteristics on the particle coating in a spouted bed. **Drying Technology**, v. 23 (9-11), p. 1-13, 2005.

DONIDA, M.W.; ROCHA, S.C.S.; CASTRO, B.D.; MARQUES, M.M. Coating and drying in spouted bed: influence of the liquid-particle work of adhesion. **Drying Technology**, v. 5 (2), p. 319-326, 2007.

DOURADO, E.M.C.B.; SILVA, L.M.R.; KHAN, A.S. Análise econômica da minifábrica processadora de castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 30 (4), p. 1014-1037, 1999.

DREW, A.K.; MYERS, S.P. Safety issues in herbal medicine: implications for the health professions. **Medical Journal of Australia**, v. 166, p. 538-541, 1997.

DUARTE-ALMEIDA, J.M.; NEGRI, G.; SALATINO, A. Volatile oils in leaves of *Bauhinia* (*Fabaceae Caesalpinioideae*). **Biochemical Systematics Ecology**, v. 32, p. 747-753, 2004.

DUMOULIN E.; BIMBENET J.J. Mechanical physical and chemical phenomena during fooding drying: consequences on properties of dried products. **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'98)**, Halkidiki, Greece, v. A, p. 711-718, 1998.

Farmacopéia Brasileira IV, v. 1, cap. V, ed. Andrei, 1988.

FRANCO, L.L. **As sensacionais plantas medicinais, campeãs de poder curativo**. Curitiba: Santa Mônica, 1996, 241p.

FREIRE, J.T.; SARTORI, D.J.M. **Tópicos especiais em secagem**. v. 1, Capítulo 2: Secagem de pastas em leito de jorro, São Carlos, 1992.

FOUST, A.S.; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L. ANDERSON, L.B. **Princípios das operações unitárias**. 2º ed., Livros Técnicos e Científicos Editora A.S., Capítulo 18: Transferência simultânea de calor e de massa – secagem (p. 401-434), 1982, 670p.

GAFNER, S.; BERGERON, C. The challenges of chemical stability testing of herbal extracts in finished products using state-of-the-art analytical methodologies. **Current Pharmaceutical Analysis**, v. 1, p. 203-215, 2005.

GEORGETTI, S.R. **Desenvolvimento de formulações tópicas contendo isoflavonóides (Isoflavin Beta[®]): estabilidade física, química e permeação cutânea**. PPGCF-FCFRP Ribeirão Preto, São Paulo, (Dissertação), 2004, 156p.

GEORGETTI, S.R.; CASAGRANDE, R.; VICENTINI, F.T.M.D.; VERRI, W.A.; FONSECA, M.J.V. Evaluation of the antioxidant activity of soybean extract by different in vitro methods and investigation of this activity after its incorporation in topical formulations. **European Journal Pharmaceutical and Biopharmaceutical**, v. 64 (1), p. 99-106, 2006.

GISHLER, P.E.; MATHUR, K.B. Method of contacting solid particles with fluids. U.S. Patent, nº2,786,280 to Nat. Res. Council of Canada, 1957 (filed 1954).

GUBULIN, J.C.; FREIRE, J.T. Secagem de pastas e similares em leito de jorro: teste de secagem e estudo fluidodinâmicos globais em escala piloto. In: **XVII Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais em CD-ROM do XVII ENEMP**, São Carlos, SP, p. 203-213, 1989.

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LOLIGER, J.; ARUOMA, O.I. The characterization of antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, London, v. 33 (7), p. 601-617, 1995.

HARBONE, J.B. General procedures and measurement of total phenolics. In: DEY, P.M. e HARBONE, J.B. (Eds), **Methods in Plant Biochemistry**, v. 1, p. 1-28, Academic Press, London, 1989.

HUFENÜSSLER, M. **Estudo da secagem de purê de banana em secador tipo jorro**. EDUSP, São Paulo, SP, (Dissertação), 1985, 141p.

Image Pró-Plus – **Reference Guide**, Medya Cybernetics. Geórgia, EUA, 1999, 506p.

IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz – Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3º ed., São Paulo, SP, 1985, 533p.

ICH. Harmonized Tripartites Guideline, Topic Q2 (R1). Validation of analytical procedures: text and methodology. CPMP/ICH/381/95, European medicine Agency, 1995.

JAYA. S.; SUDHAGAR, M.; DAS, H. Stickiness of food powder and related physico-chemical properties of food components (Review). **Journal Food Science Technology**, v. 39 (1), p. 1-7, 2002.

JEFFERY, G.H.; BASSET, J.; MENDHAM, J.; DENNEY, R.C. **Análise química quantitativa (VOGEL)**. Londres, Escola de Química da Thames Polytechnic, LTC, Capítulo 4: Erros e estatísticas, p. 105-124, 1992.

JORGE, A.P.; HORST, H.; SOUSA, E.; PIZZOLATTI, M.G.; SILVA, F.R.M.B. Insulinomometric effects of kaempferitrin on glycaemia and ¹⁴C-glucose uptake in rat soleus muscle. **Chemico-Biological Interactions**, v. 149, p. 89-96, 2004.

JULIANI, C. Ação hipoglicemiante da unha de vaca. **Revista de Medicina Pharmacia Chimica Physica**, v. 2 (1), p. 165-169, 1929.

JULIANI, C. Ação hipoglicemiante de *Bauhinia forficata* Link: novos estudos experimentais. **Revista Sudamericana de Endocrinologia Imunologia e Quimioterapia**, v. 14, p. 326-334, 1931.

KAWAGUCHI, T.; SAKAMORO, M.; TANAKA, T; TSUJI, Y. Quasi-three-dimensional numerical simulation of spouted beds in cylinder. **Powder Technology**, v. 109, p. 3-12, 2000.

KEEY, R.B. **Drying principles and practice**. 1° ed., New York, Pergamon Press, 1972, 358p.

KILCAST, D.; ROBERTS, C. Perception and measurement of stickiness in sugar-rich foods. **Journal of Texture Studies**, v. 29, p. 81-100, 1998.

KOURKOUTAS, Y.; SIPSAS, V.; PAPAVALIOU, G.; KOUTINAS, A.A. An economic evaluation of freeze-dried kefir starter culture production using whey. **Journal Dairy Science**, v. 90 (5), p. 2175-2180, 2007.

KROLL, U.; CORDES, C. Pharmaceutical prerequisites for a multi-target therapy. **Phytomedicine**, v. 13 SV, p. 12-19, 2006.

KUDRA, T. Sticky region in drying: definition and identification. **Drying Technology**, v. 21 (8), 1457-1469, 2003.

KUTSAKOVA, V.E. Effect of inert particles properties on performance of spouted bed dryers. **Drying Technology**, v. 25 (4), p. 617-620, 2007.

LACHMAN, L.; LIEBERMAN, H.A.; KANIG, J.L. **The theory and practice of industrial pharmacy**. 3° ed. Lea & Febiger, Philadelphia, Capítulo 3: Drying (p. 47-65), 1986, 902p.

LIANG, Y.Z.; XIE, P.; CHAN, K. Quality control of herbal medicines (Review). **Journal of Chromatography B**, v. 812, p. 53-70, 2004.

LIMA, M.F.M. **Desidratação de polpa de umbu em leito de jorro: Estudos fluidodinâmicos e térmicos**. UFPB, Campina Grande, Paraíba, (Dissertação), 1992, 138p.

LIMA, L.M.R.; ALSINA, O.L.S.; MORAIS, V.L.M. Circulação de sólidos e mudança de escala no leito de jorro com pastas e suspensões. In: **XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM do XIV COBEQ**, realizado em Natal, Rio Grande do Norte, no período de 25 a 28 de agosto de 2002.

LIMA, L.M.R.; ROCHA, S.C.S.; ALSINA, O.L.S.; JERÔNIMO, C.E.M.; MATA, A.L.M. Influência da composição química dos materiais no desempenho do processo de secagem de polpas de frutas em leito de jorro. In: **XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM XIII COBEQ**, realizado em Águas de São Pedro, SP, no período de 24 a 27 de setembro de 2000.

LIMAVERDE Jr, J.R.; COLLARES, F.P.; LIMAVERDE, J.R.; FINZER, J.R.D. Secagem de melação e maltodextrina em secador rotatório com recheio de inertes. In: **XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM XIII COBEQ**, realizado em Águas de São Pedro, SP, no período de 24 a 27 de setembro de 2000.

LINO, C.S.; DIOGENES, J.P.; PEREIRA, B.A.; FARIA, R.A.; ANDRADE NETO, M.; ALVES, R.S.; de QUEIROZ, M.G.; De SOUSA, F.C.; VIANA, G.S. Antidiabetic activity of *Bauhinia forficata* extracts in alloxan-diabetic rats. **Biological Pharmaceutical Bulletin**, v. 27 (1), p. 125-127, 2004.

LIST, P.H.; SCHIMIDT, P.C. **Phytopharmaceutical technology**. CRC Press, 1984, 374p.

MACIEL, M.A.; PINTO, A.C.; VEIGA Jr, V.F.; GRYNBERG, N.F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25 (3), p. 429-438, 2002.

MAIALLE, K.G.; CUNHA, R.; MENEGALLI, F.C. Drying of suspensions in a spout-fluidized bed: study of critical conditions of operation. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'2002)**, v. A, p. 555-562, Beijing, China, 2002.

MAHADY, G.B. Global harmonization of herbal health claims. **Journal of Nutrition**, v. 131, p. 112s-123s, 2001.

MANI, S.; JAYA, S.; DAS, H. Sticky issues on spray drying of fruit juices. **ASAE/CSAEC North Central Intersectional Meeting**, Parktown Hotel, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, September 27-28, 2002.

MARCUCCI, M.C.; WOISKY, R.G.; SALATINO, A. Uso de cloreto de alumínio na quantificação de flavonóides em amostras de própolis. **Mensagem Doce**, n. 46, maio, 1998.

MARKOWSKI, A.S. Drying characteristics in a jet-spouted bed dryer. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 70 (5), p. 938-944, 1992.

MARKOWSKI, A.S.; KAMINSKI, W. Hydrodynamic characteristics of jet-spouted beds. **Canadian Journal of Chemical Engineering**, v. 61, p. 377-381, June 1983.

MARKOWSKI, A.S. Quality interaction in a jet spouted bed dryer for bioproducts. **Drying Technology**, v. 11 (2), p. 369-387, 1993.

MASTERS, K. **Spray drying handbook**. George Godwin, Ltd., London, 3rd ed., 1979.

MARTINEZ, O.L.A.; BRENNAN, J.G.; NIRAJAM, K. Estúdio del secado de alimentos em um secador de fuente com partículas inertes. In: **I Congresso Ibero-Americano de Alimentos**, Campinas, SP, 1995.

MARTINS A.G. **Influência de fatores tecnológicos na avaliação analítica e farmacológica de extratos secos de *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss**. PPG-UFRGS, (Dissertação), 1998, 141p.

MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.F. **Plantas medicinais**. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1994, 220p.

MATHUR, K.B.; EPSTEIN, N. Dynamics of spouted beds. **Advance Chemical Engineering**, v. 9, p. 111-191, 1974.

McDERMOTT, J.H.; MOTYKA, T. Assessing the quality of botanical preparations. **Medscape Pharmacotherapy**, v. 2 (1), 2000, Disponível em: <www.medscape.com>, Acesso em: 20 de junho de 2003.

MEDEIROS, M.F.D. ROCHA, S.C.S.; ALSINA, O.L.S.; JERÔNIMO, C.E.M.; MEDEIROS, U.K.L.; MATA, A.L.M.L. Drying of pulps of tropical fruits in spouted bed: effect of composition on dryer performance. **Drying Technology**, v. 20 (4-5), p. 855-881, 2002.

MEDEIROS, M.F.D.; ROCHA, S.C.S.; ALSINA, O.L.S.; LIMA, L.M.O.; LIMA, C.A.C. Efeito da composição sobre o desempenho da secagem de polpas de frutas em leito de jorro: validação de modelos empíricos e otimização. In: **XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM do XIV COBEQ**, realizado em Curitiba, Paraná, no período de 26 a 29 de setembro de 2004.

MEDEIROS, M.F.D.; ALSINA, O.L.S.; ROCHA, S.C.S.; JERÔNIMO, C.E.M.; MATA, A.L.M.L.; MEDEIROS, U.K.L.; FURTUNATO, A.A. Escoabilidade de leitos de partículas inertes com polpa de frutas tropicais: efeitos na secagem em leito de jorro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5 (3), p. 475-480, 2001.

MENEZES, F.S.; MINTO, A.B.M.; RUELA, H.S.; KUSTER, R.M.; SHERIDAN, H.; FRANKISH, N. Hypoglycemic activity of two *Bauhinias* species: *Bauhinia forficata* L. and *Bauhinia monandra* K. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17 (1), p. 8-13, 2007.

- MENSOR, L.L.; MENEZES, F.S.; LEITÃO, G.G.; REIS, A.S.; SANTOS, T.C.; COUBE, C.S.; LEITÃO, S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytoterapy Research**, v. 15, p. 127-130, 2001.
- MIKLI, V.; KAERDI, H.; KULU, P.; BESTERCI, M. Characterization of powder particle morphology. **Proceedings Estonian Academy Science Engineering**, v. 7, p. 22-34, 2001.
- MIYAKE, E.T., AKISUE, G., AKISUE, M.K. Caracterização farmacognóstica da pata de vaca (*Bauhinia forficata* Link). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 1 (1), p. 58-68, 1986.
- MORRIS, J.A.; FREIRE, J.T. Análise da taxa de evaporação de água em um secador do tipo leito de jorro com partículas inertes. In: **XVIII Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais do XVIII ENEMP**, Nova Friburgo, RJ, v. 1, p. 363-371, 1990.
- MOURE, A., CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ J.M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NÚÑEZ, M.J.; PARAJÓ, J.C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72 (2), p. 145-171, 2001.
- MUJUMDAR, A.S. Spouted beds: principles and recent developments. In: **XVII Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais do XVII ENEMP**, São Carlos, SP, Editota UFSCar, v. I, p. 3-13, 1989.
- MURCH, S.J.; KRISHNARAJ, S.; SAXENA, P.K. Phytopharmaceuticals: problems, limitations and solutions. **Scientific Review Alternative Medicine**, v. 4 (2), p. 33-37, 2000.
- NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods (2006). Disponível em: <<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook>>. Acesso em 10 de abril de 2007.
- OCHOA-MARTINEZ, L.A.; BRENNAN, J.G.; NIRANJAN, K. Spouted bed dryer for liquid foods. **Food Control**, v. 4 (1), p. 41-45, 1993.
- OLAZAR, M.; SAN JOSE, M.J; AGUAYO, A.T.; ARANDES, J.M.; BILBAO, J. Stable operation conditions for gas-solid contact regimes in conical spouted beds. **Industrial e Engineering Chemistry Research**, v. 31, p. 1784-1792, 1992.
- OLIVEIRA, J.A.N. **Engenharia econômica: uma abordagem às decisões de investimento**. McGraw-Hill, São Paulo, 1982, 221p. Capítulo 3 – Métodos para comparação entre alternativas de investimento, p. 26-60.
- OLIVEIRA, W.P. **Estudo da secagem de pastas em leito de jorro cônico**. PPG-EQ/UFSCar, São Carlos, SP, (Tese), 1996, 200p.

OLIVEIRA, W.P.; BOTT, R.F.; SOUZA, C.R.F. Manufacture of standardized dried extracts from medicinal brazilian plants. **Drying Technology**, v. 24 (4), p. 523-533, 2006.

OLIVEIRA, W.P.; FREIRE, J.T. Analysis of the evaporation rate in the spouted beds zones during drying of liquid materials using a three region model. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'96)**, v. A, p. 504-512, Krakow, Poland, 1996.

OLIVEIRA, W.P.; SILVEIRA, A.M.; FREIRE, J.T. Analysis of the drying of pastes in conical spouted beds, In: **Proceedings of the International Drying Symposium (IDS'94)**, v. B, p. 495-502, Gold Coast, Australia, 1994.

OLIVEIRA, C.Z.; MAIORANO, V.A.; MARCUSSI, S.; SANT'ANA, C.D.; JANUÁRIO, A.H.; LOURENÇO, M.V.; SAMPAIO, S.V.; FRANÇA, S.C.; PEREIRA, P.S.; SOARES, A.M. Anticoagulant and antifibrinolytic properties of the aqueous extract from *Bauhinia forficata* against snake venoms. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 98, p. 213-216, 2005.

ORMOS, Z.; BRICKLE, T. Drying of pastes in fluidized bed. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'80)**, Ed. A.S. Mujumdar, Hemisphere Publishing Corporation, New York, p. 200-204, 1980.

PAPADAKIS, S.E.; BAHU, R.E. The sticky issues of drying. **Drying Technology**, v. 10 (4), p. 817-837, 1992.

PAREJO, I.; CODINA, C.; PATRAKIS, C.; KEFALAS, P. Evaluation of scavenging activity assesd by Co(II)/EDTA-induced luminol chemiluminescence and DPPH (2,2-difenil-1-picrylhydrazye) free radical assay. **Journal Pharmacology Toxicology Methods**, v. 44, p. 507-512, 2000.

PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Drying studies of sliced pear bartlett (*Pyrus sp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21 (3), p. 288-292, Sept./Dec., 2001.

PATEL, K.; BRIDGWATER, J.; BAKER, C.G.J.; SCHINEIDER, T. Spouting behavior of wet solids. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS' 86)**, New York, Hemisphere Publishing Corporation, v. 1, p. 415-420, 1986.

PEPATO, M.T.; KELLER, E.H.; BAVIERA, A.M.; KETTELHUT, I.C.; VENDRAMINI, R.C.; BRUNETTI, I.L. Anti-diabetic activity of *Bauhinia forficata* decoction in streptozotocin-diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 191-197, 2002.

PEPATO, M.T.; BAVIERA, A.M.; VENDRAMINI, R.C.; BRUNETTI, I.L. Evaluation of toxicity after one-months treatment with *Bauhinia forficata* decoction in streptozotocin-induced diabetic rats. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 4 (7), 2004. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1472-6882/4/7>>, Acesso em 18 de setembro de 2004.

PEPATO, M.T.; FOLGADO, V.B.B.; KETTELHUT, I.C.; BRUNETTI, I.L. Lack a antidiabetic effect of a *Eugenia jambolana* leaf decoction on rat streptozotocin diabetes. **Brazilian Journal of medical and Biological Research**, v. 34 (3), p. 389-395, 2001.

PETRY, G.; ORTEGA, G.; SILVA, B. Flavonoid content assay: influence of the reagent concentration and reaction time on the spectrophotometric behavior of the aluminum chloride – flavonoid complex. **Pharmazie**, v. 56 (6), p. 465-470, 2001.

PHAM, Q.T. Behavior of a conical spouted bed dryer for animal blood. **Canadian Journal Chemical Engineering**, v. 61, p. 426-434, 1983.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants (Reviews). **Journal Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PINHEIRO, T.S.D.B.; JOHANSSON, L.A.P.; PIZZOLATTI, M.G.; BIAVATTI, M.W. Comparative assessment of kaempferitrin from medicinal extracts of *Bauhinia forficata* Link. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 41, p. 431-436, 2006.

PIZZOLATTI, M.G.; CUNHA Jr., A.; SZPOGANICZ, B.; SOUZA, E.; BRAZ-FILHO, R.; SCHRIPEMA, J. Flavonóides glicosilados das folhas e flores de *Bauhinia forficata*. **Química Nova**, v. 26 (4), p. 466-469, 2003.

PRISTA, L.N.; ALVES, A.C.; MORGADO, R. **Tecnologia Farmacêutica**. v. II, 4ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, 1995.

RATES, S.M.K. Plants as source of drugs (Review). **Toxicon**, v. 39, p. 603-613, 2001.

RÉ, M.I.; FREIRE, J.T. Drying of paste-liquid material in spouted beds. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS' 88)**, Versailles, 1988.

RÉ, M.I.; FREIRE, J.T. Secagem de sangue animal em leito de jorro. In: **XIV Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais do XIV ENEMP**, Campinas, SP, Ed. UNICAMP, v. 1, p. 187-198, 1986.

RÉ, M.I.; FREIRE, J.T. Secagem de extratos farmacológicos. In: **XV Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais do XV ENEMP**, Uberlândia, MG, Ed. UFU, v. 1, p. 399-406, 1987.

REGER, E.O.; ROMANKOV, P.G.; RASHKOVSKAYA, N.B. Drying of paste like materials on inert bodies in a spouting bed. **Zhurnal Prikl. Khimiko**, (Leningrad), v. 40 (10), p. 2189-2191, 1967.

RODRIGUES, C.C. **Análise da secagem de suspensões em leito de jorro com partículas inertes**. São Carlos, SP, PPG-DEQ/UFSCar, (Dissertação), 1993, 112p.

ROSS, Y. **Phase transitions in foods**. Academic Press, New York, 1995, 202p.

RUNHA, F.P. **Desenvolvimento e avaliação analítica de extrato seco de *Maytenus ilicifolia* pelo processo leito de jorro**. Relatório de Iniciação Científica Apresentado ao Programa PIBIC CNPq/USP, FCFRP/USP, Ribeirão Preto, SP, 2000.

RUNHA, F.P.; CORDEIRO, D.S.; PEREIRA, C.A.M.; VILEGAS, J.; OLIVEIRA, W.P. Production of dry extracts of medicinal Brazilian plants by spouted bed process: development of the process and evaluation of thermal degradation during drying operation, **Transaction Ichem**, v. 79, part C, September, p. 160-168, 2001.

RUSSO, E.M.K.; REICHEL, A.A.; De-SA, J.R.; FURLANETTO, R.P.; MOISES, R.C.; KASAMATSU, T.S.; CHACRA, A.R. Clinical trial of *Myrcia uniflora* and *Bauhinia forficata* leaf extracts in normal and diabetic patients. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 23, p. 11-20, 1990.

SABU, M.C.; KUTTAN, R. Anti-diabetic activity of medicinal plants and its relationship with their antioxidant property. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 81, p. 155-160, 2002.

SALATINO, A.; BLATT, C.T.T.; SANTOS, D.Y.A.C.; VAZ, A.M.S.F. Foliar flavonoids of nine species of *Bauhinia*. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22 (1), 1999.

SALINAS, A.E.R. **Secagem de suspensões em leito de jorro cônico**. COPPE/UFRJ, D.Sc-EQ, Rio de Janeiro, RJ, (Tese), 1993, 184p.

SAMPAIO, L., et al., Apreciações relativas a dinâmica do leito de jorro cônico convencional e modificado, In: **XII Encontro Sobre Escoamento em Meios Porosos, Anais do XII ENEMP**, Maringá, PR, v. 1, p. 218-235, 1984.

SCHLESIER, K.; HARWAT, M.; BÖHM, V.; BITSCH, R. Assessment of antioxidant activity by using different in vitro methods. **Free Radical Research**, v. 36 (2), p. 177-187, 2002.

SCHROEDER, J.T.; SCHROEDER, I.; COSTA, R.P.; SHINODA, C. O custo de capital como taxa mínima de atratividade na avaliação de projetos de investimento. **Revista Gestão Industrial**, v. 1 (2), p. 36-45, 2005.

SENNA, E.M.T.I. **Desenvolvimento de extratos secos nebulizados de *Achyrocline Satureioides* (LAM.) DC. Compositae (Marcela)**. PPG-CF/UFRGS, (Dissertação), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 1993, 140 p.

SENNA, E.L.; PETROVICK, P.R.; ORTEGA, G. G.; BASSANI, V.L. Preparation and characterization of *spray dried* powders from *Achyrocline satureoides* (Lam) DC extracts. **Phytotherapy Research**, v. 11 (2), p. 123-127, 1997.

SHUHAMA, I.K.; AGUIAR, M.L.; OLIVEIRA, W.P.; FREITAS, L.A.P. Experimental production of annatto powders in spouted bed dryer. **Journal of Food Engineering**, v. 59 (1), p. 93-97, 2003.

SILVA, F.R.M.B.; SZPOGANICZ, B.; PIZZOLATTI, M.G.; WILLRICH, M.A.V.; SOUSA, E. Acute effect of *Bauhinia forficata* on serum glucose levels in normal and alloxan-induced diabetic rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 83, p. 33-37, 2002.

SILVA, K.L.; BIAVATTI, M.W.; LEITE, S.N.; YUNES, R.A.; MONACHE, F.D.; CECHINEL FILHO, V. Phytochemical and pharmacognostic investigation of *Bauhinia forficata* Link (Leguminosae). **Zeitschrift für Naturforschung**, v. 55 (C), p. 478-480, 2000.

SILVA, K.L.; CECHINEL-FILHO, V. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. **Química Nova**, v. 25 (3), p. 449-454, 2002.

SINGH, B.; RIZVI, S.S.H. Design and economic analysis for continuous countercurrent processing of milk fat with supercritical carbon dioxide. **Journal Dairy Science**, v. 77 (6), p. 1731-1745, 1994.

SOUSA, E.; ZANATTA, L.; SEIFRIZ, I.; CRECZYNSKI-PASA, T.B.; PIZZOLATTI, M.G.; SZPOGANICZ, B.; SILVA, F.R.M.B. Hypoglycemic effect and antioxidant potential of kaempferol-3,7-*O*-(α)-dirhamnoside from *Bauhinia forficata* leaves. **Journal of Natural Products**, v. 64, p. 829-832, 2004.

SOUZA, C.R.F.; BOTT, R.F.; DONIDA, M.W.; ROCHA, S.C.S.; OLIVEIRA, W.P. Stickiness on drying of herbal extracts in suspended state: requisites of the substrate and feed composition. In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'2006)**, Budapest, Hungary, v. A-C, p. 700-707, 2006.

SOUZA, C.R.F. **Estudo comparativo da produção de extrato seco de *Bauhinia forficata* Link pelos processos *spray dryer* e leito de jorro**. PPGCF-FCFRP/USP, Ribeirão Preto, SP, (Dissertação), 2003, 179p.

SOUZA, C.R.F.; OLIVEIRA, W.P. Comparative study of the evaporation capacity of the conventional and jet spouted bed dryers for liquid materials, In: **Proceedings of International Drying Symposium (IDS'2002)**, Beijing, China, v. B, p. 808-816, 2002.

SOUZA, C.R.F.; OLIVEIRA, W.P. Spouted bed drying of *Bauhinia forficata* Link extract: effect of the position of the feed atomizer and operating conditions on equipment performance and product properties. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 22 (2), p. 239-247, 2005.

SOUZA, K.C.B. **Desenvolvimento de metodologias analíticas e tecnológicas na obtenção de extratos secos nebulizados de *Passiflora edulis* variedade *flavicarpa* (maracuja)**. PPGCF-UFRGS, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (Dissertação), 1997, 156p.

SOYSAL, Y.; ÖZTEKIN, S. Technical and economic performance of a tray dryer for medicinal and aromatic plants. **Journal of Agricultural and Engineering Research**, v. 79 (1), p. 73-79, 2001.

SPITZNER NETO, P.I. **Secagem de pastas em leito de jorro**. PPG-EQ/UFSCar, São Carlos, SP, (Dissertação), 1997, 197p.

SPITZNER NETO, P.I. **Estudo da secagem de pastas e da fluidodinâmica do leito de jorro nas presença de pastas e líquidos**. PPG-DEQ/UFSCar, São Carlos, SP, (Tese), 2001, 283p.

SPITZNER NETO, P.I.; CUNHA, F.O.; FREIRE, J.T. Volume residual de pasta em um secador tipo leito de jorro. In: **XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), Anais em CD-ROM do XIII COBEQ**, realizado em Águas de São Pedro, SP, no período de 24 a 27 de setembro de 2000.

SPITZNER NETO, P.I.; CUNHA, F.O.; FREIRE, J.T. Effect of the presence of paste in a conical spouted bed dryer with continuous feeding. **Drying Technology**, v. 20 (4-5), p. 789-811, 2002.

StatSoft Inc. Statistica for windows versão 5.0 (computer program manual), StatSoft Inc., 2325 East 13th street, Tulsa OK, 1995.

TEIXEIRA, H.F. **Avaliação da influência de adjuvantes farmacêuticos sobre as características físicas, químicas, tecnológicas e farmacológicas de extratos secos nebulizados de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC. Compositae – marcela**. PPGCF/UFRGS, Porto Alegre, RS, (Dissertação), 1996, 146p.

TEIXEIRA, C.C.; RAVA, C.A.; SILVA, P.M.; MELCHIOR, R.; ARGENTA, R.; ANSEMI, F.; ALMEIDA, C.R.C.; FUCHS, F.D. Absence of antihyperglycemic effect of jambolan in experimental and clinical models. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 71, p. 343-347, 2000.

TEPPERMAN, J.; TEPPERMAN, H.M. Endocrine function of the pancreas. **Metabolic and endocrine physiology**, 5th ed. Chicago: Year Book Medical, cap. 14, p. 249-295, 1987.

- TOMA, M.; VINATORU, M.; PANIWNKY, L.; MASON, T.J. Investigation of the effects of ultrasound on vegetal tissues during solvent extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 8, p. 137-142, 2001.
- TZENG, G.S.; CHEN, H.J.; WANG, Y.Y.; WAN, C.C. The effects of roughening on teflon surfaces. **Surface and Coatings Technology**, v. 89, p. 108-113, 1997.
- VASCONCELOS, F.; SAMPAIO, S.V.; GARÓFAGO, M.A.R.; GUIMARÃES, L.F.L.; GIGLIO, J.R.; ARANTES, E.C. Insulin-like effects of *Bauhinia forficata* aqueous extract upon *Tityus serrulatus* scorpion envenoming. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 95, p. 385-392, 2004.
- VAZ, A.M.S.F.; TOZZI, A.M.G.A. Synopsis of *Bauhinia sect. Pauletia* (Cav.) DC. (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cercideae) in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28 (3), p. 477-491, 2005.
- VIEIRA, M.G.A.; DONIDA, M.W.; ROCHA, S.C.S. Adhesion of an aqueous polymeric suspension to inert particles in a spouted bed. **Drying Technology**, v. 22 (5), p. 1069-1085, 2004.
- VINATORU, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.8, p. 303-313, 2001.
- VOLPATO, G.T.; DAMASCENO, D.C.; CALDERON, I.M.P.; RUDGE, M.V.C. Estudo do extrato de *Bauhinia forficata* L. sobre o diabetes em ratas prenhas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 2 (1), p. 49-55, 1999.
- WESOLOWSKI, M.; KONIECZYNSKI, P. Thermoanalytical, chemical and principal component analysis of plant drugs. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 262, p. 29-37, 2003.
- WHO. **Quality control methods for medicinal plant materials**. Geneve, Switzerland, 1998.
- YANG, B.; KOTANI, A.; ARAI, K.; KUSU, F. Estimation of the antioxidant activities of flavonoids from their oxidation potentials. **Analytical Sciences**, v. 17, p. 599-604, 2001
- YUNES, R.A.; PEDROSA, R.C.; CECHINEL-FILHO, V. Fármacos e fitoterápicos: a necessidade do desenvolvimento de fitoterápicos e fitofármacos no Brasil. **Química Nova**, v. 24 (1), p. 147-152, 2001.