

Obtenção do extrato seco de *Lippia alba* em pó por secagem em *Spray Drying*

Mayara Eunice de Macedo Gomes ^[1], Thais Jaciane Araújo Rodrigues ^[2],
Aline Pacheco Albuquerque ^[3], Dannyelle Macedo Albuquerque Wanderley ^[4],
Ana Paula Trindade Rocha ^[5], Osvaldo Soares da Silva ^[6]

[1] mayragomespl@hotmail.com. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Processos.

[2] thaisjaraújo@hotmail.com. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola.

[3] aline-quimicaindustrial@hotmail.com. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola.

[4] dannyellowanderley@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Processos.

[5] ana_trindade@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia Agrícola.

[6] osvaldo_so2002@yahoo.com.br. Universidade Federal de Campina Grande, Departamento de Engenharia de Processos.

RESUMO

No presente trabalho, folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) foram utilizadas com o objetivo de estudar as propriedades e os compostos bioativos presentes no seu extrato seco. O extrato seco foi obtido por meio de extração hidroalcoólica e a secagem foi realizada em *Spray Drying* conforme delineamento experimental (DOE) na forma fatorial 22+3, totalizando 7 ensaios de secagem, sendo as variáveis independentes, a temperatura de entrada (50, 60 e 70 °C) e a vazão de alimentação (4,0, 5,0 e 6,0 g/min), mantendo constante na secagem as demais variáveis do processo, obtendo como variáveis dependentes, o rendimento, acúmulo, taxa de evaporação, teor de água e atividade de água. O método de extração utilizado se mostrou eficaz por manter no extrato os compostos bioativos presentes. No processo de secagem, obteve-se um comportamento linear em relação à temperatura de entrada e às variáveis analisadas durante os ensaios, sendo o experimento "4" escolhido como o ensaio otimizado, ou seja, o que apresentou características gerais significativamente acentuadas quando comparadas aos demais experimentos. No demais, os objetivos traçados foram atendidos, com resultados satisfatórios, reforçando a idealização da utilização do extrato de erva cidreira em pó obtido como parte da composição de produtos fitoterápicos.

Palavras-chave: Bioativos. Fitoterápicos. Plantas medicinais. Secagem.

ABSTRACT

*In this project we used mon balm (*Lippia alba*) to study the properties and bioactive compound present in its dry extract. The dry extract was obtained by hydroalcoholic extraction and the drying was performed in *Spray Drying* according to experimental design (DOE) in factorial form 22 + 3, totaling 7 drying tests, being the variables independent, the inlet temperature (50, 60 and 70 °C) and the feed flow (4.0, 5.0 and 6.0 g/min), keeping the other process variables constant in the drying, obtaining as dependent variables the yield, accumulation, evaporation rate, water content and water activity. The extraction method used proved to be effective in keeping the bioactive compounds present in the extract. The drying process showed a linear behavior in relation to the temperature of entry and the variables analyzed during the tests, The experiment 4 was the one selected as the optimized test, that is, it was the one that presented accentuated general characteristics when compared with the other experiments. The objectives set were met, with satisfactory results, reinforcing the idealization of the use of powdered lemon balm extract, as part of the composition of herbal products.*

Keywords: *Bioactive. Herbal medicines. Medicinal plants. Drying.*

1 Introdução

O conhecimento usual sobre a aplicação de plantas medicinais é vasto, sendo em muitos casos um recurso comumente utilizado pela população rural, por haver uma maior disponibilidade das espécies que oferecem as propriedades fitoterápicas capazes de atuar no retardo ou tratamento de doenças. Com base nisso, a procura por esses produtos, ditos medicinais, vem ganhando uma maior proporção por consequência das suas diversidades quanto à atuação, sendo considerados seguros e com elevada tolerância, se comparados com medicamentos tradicionais (NASCIMENTO; PIMENTEL; ARAGÃO, 2017).

A obtenção de um medicamento fitoterápico requer etapas que envolvem um grande trabalho multidisciplinar, como também a realização do controle de qualidade em todas as etapas, para que se possa obter um produto seguro e eficaz (ANDRÉ; SILVA; VASCONCELOS, 2013). Souza *et al.* (2013) ressaltavam, no desenvolvimento dos fitoterápicos, que os extratos secos apresentam grande importância para a indústria farmacêutica devido à estabilidade química, fácil padronização, alta concentração de composto ativo e maior facilidade de manipulação, aumentando a eficácia terapêutica do produto.

Por ser considerado um método importante no processo de obtenção de produtos em pó, a secagem contribui diretamente na estabilidade devido à redução da água livre no produto, assegurando o equilíbrio do produto tanto micro biologicamente quanto em função das reações enzimáticas deteriorantes, resultando, assim, em um aumento significativo em sua vida útil (OLIVEIRA *et al.*, 2016).

Na produção de extratos secos ou produtos de alto valor nutricional ou valor agregado, o processo de secagem *Spray Drying* se destaca por ser considerado um método rápido, causando um menor estresse ao produto por ter um contato reduzido em relação às elevadas temperaturas, além de ser uma técnica que apresenta um baixo custo e elevado rendimento, possibilitando o controle da uniformidade e do tamanho da partícula, com a vantagem de gerar produtos intermediários com propriedades tecnológicas adequadas para a produção de medicamentos (LOCHNECKEL *et al.*, 2018).

Baseado nesse contexto, este trabalho tem por objetivo obter o extrato seco de folhas de *Lippia Alba* através da secagem por *Spray Drying*, quantificando os compostos presentes no produto.

2 Referencial teórico

A erva cidreira (*Lippia Alba*) é uma espécie brasileira da família Verbenácea; é usada em todo Brasil por suas propriedades analgésicas, antiespasmódicas, calmante, sedativa e citostática; sendo seus efeitos terapêuticos comprovados cientificamente. A espécie possui aroma forte, relacionado aos seus constituintes predominantes, compostos por óleos essenciais, que podem variar qualitativamente e quantitativamente, em função de diversos fatores, tais como: estações do ano, época de floração, idade da planta, quantidade de água circulante, resultante da precipitação, fatores geográficos e climáticos (AGUIAR *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2015).

Na área farmacêutica, as plantas e os extratos vegetais continuam sendo de grande relevância como fonte de matérias-primas para a produção de medicamentos fitoterápicos. O uso de plantas no tratamento de enfermidades é bastante comum, tanto no meio rural como urbano, em populações de baixo poder aquisitivo, onde a tradição cultural e os problemas socioeconômicos dificultam o acesso à medicina convencional. Esses consumidores vêm utilizando as espécies vegetais para aliviar, ou tratar, suas enfermidades (CARDOSO, 2011).

Por se tratar de um mercado com elevado potencial de crescimento devido a sua ligação direta com a saúde humana, a fabricação dos fitoterápicos são conseqüentemente produzidos com tecnologias de baixo custo, facilitando o acesso dos consumidores ao produto e com o intuito de garantir a qualidade e a redução de efeitos colaterais, com métodos estáveis (COSTA, 2015).

A secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e estabilidade de produtos após sua colheita. O principal objetivo da secagem é a redução do teor de água até níveis seguros que permitam o armazenamento por determinado período de tempo. Com a redução do teor de água, a atividade biológica e as mudanças químicas e físicas que ocorrem durante o armazenamento também serão reduzidas (BRAGA, 2016). Assim, é nítido o interesse apresentado pela indústria farmacêutica através da crescente busca por extratos secos, uma vez que estes apresentam precisão de dosagem, facilitando o transporte e a armazenagem, além de favorecerem a manutenção da estabilidade química, microbiológica e farmacológica.

Dentre os diversos tipos de secadores utilizados para realizar a secagem das diferentes matérias primas, podemos destacar o secador por atomização (*Spray Drying*) que, mesmo apresentando algumas limitações, pesquisadores vêm desenvolvendo suas pesquisas utilizando este equipamento com diferentes matérias-primas, mostrando resultados satisfatórios sobre secagem de extratos vegetais, aumentando-se, assim, o interesse de desenvolvimento de muitos trabalhos nessa área (MARTINS, 2013; SILVA *et al.*, 2013).

3 Metodologia

3.1 Matéria-prima

As folhas da erva cidreira (*Lippia Alba*) *in natura* foram adquiridas no Horto da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) na cidade de Campina Grande-PB, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário ACAM Manoel Arruda Câmara, sob número de tomo 1877.

3.2 Teor de extrativos

Realizado conforme metodologia proposta por Lelis (1995), onde 5g de folha (base seca) e 100 ml de água destilada foram submetidos a refluxos por 2 horas, seguidos de filtrações. O material retido foi colocado em estufa a 105°C durante 24 horas e pesado.

3.3 Obtenção do extrato bruto

O extrato foi preparado segundo Spagolla *et al.* (2009), utilizando uma proporção de 6:4 (etanol: água), em seguida foi realizada a mistura da solução hidroalcoólica obtida com 5 g de folha de erva cidreira seca. A mistura foi mantida a 70°C por 1 hora sob agitação.

3.4 Secagem em *Spray Drying*

O extrato bruto foi submetido à secagem pelo método de aspersão (*Spray Drying*), em um secador modelo FBD 1.0 da Marca LabMaq do Brasil. Como adjuvante de secagem, foi utilizado o dióxido de silício coloidal na concentração de 20% em relação à massa total de extrato a ser submetido ao processo de secagem. Visando obter a otimização do processo e analisar a influência das variáveis independentes,

conforme Tabela1, foi utilizado um delineamento experimental (DOE) realizado na forma fatorial $2^2 + 3$ pontos centrais, totalizando 7 experimentos.

Tabela1 – Níveis de codificações para obtenção do extrato seco de *Lippia Alba* por secagem em *Spray Drying*

Variáveis independentes	Níveis		
	-1	0	+1
Ws (g/min)	4,0	5,0	6,0
T (°C)	50	60	70

Fonte: Dados da pesquisa.

As variáveis dependentes obtidas nos experimentos de secagem foram: rendimento do produto (Re), taxa de acúmulo (Ac) e taxa de evaporação (TE), conforme as Equações 1, 2 e 3, respectivamente, determinadas segundo a metodologia de Rocha *et al.* (2018), teor de água (AOAC, 2010) e atividade de água (AOAC, 2010).

$$Re (\%) = \frac{M_c (1 - X_p)}{W_s \cdot C_s \cdot \theta} \times 100 \quad (1)$$

$$Ac (\%) = \frac{(M_{pf} - M_{pi}) (1 - X_p)}{W_s \cdot C_s \cdot \theta} \times 100 \quad (2)$$

$$TE \left(\frac{g}{min} \right) = \frac{M_i - C_s}{\theta} \quad (3)$$

Em que: M_c – massa coletada (g); X_p – umidade do produto (g); W_s – vazão de suspensão alimentada (g/min); C_s – concentração de sólidos totais (g); θ – tempo de processo (min); M_{pf} – massa de partículas inertes final (g); M_{pi} – massa de partículas inertes inicial (g); M_i – massa inicial alimentada (g).

3.5 Caracterização físico-química e física do extrato de *Lippia Alba* bruto e seco

As análises físico-químicas e químicas foram realizadas no extrato bruto, e as físico-químicas, químicas e físicas no extrato seco otimizado, sendo ambas efetuadas em triplicata. No extrato bruto, foram analisados teor de sólidos e teor de água. E no extrato seco foram determinados teor de água, atividade de água e teor de cinzas. Todas as análises realizadas segundo a AOAC (2010).

A análise física efetuada no extrato bruto foi densidade relativa de acordo com a metodologia da Farmacopéia Brasileira (1988) através de picnômetria. No extrato seco otimizado, as análises físicas efetuadas foram, cor utilizando colorímetro marca Mini Scan Hunter (Lab XE) no sistema de leitura CIELAB; a molhabilidade, segundo Freudig, Hoge Kamp e Schubert (1999); a higroscopicidade, segundo Cano-Chauca *et al.* (2005); a solubilidade, segundo metodologia de Cano-Chauca *et al.* (2005); a massa específica aparente e de compactação, seguindo a metodologia descrita por IAL (2005); e o Índice de Compressibilidade e Fator de Hausner seguiram os critérios descritos na Farmacopéia americana (UNITED STATES PHARMACOPEIAL CONVENTION, 2006).

3.6 Caracterização dos compostos bioativos do extrato de *Lippia Alba* bruto e seco

As análises químicas para obtenção dos compostos bioativos foram efetuadas no extrato bruto e na amostra em pó otimizada, realizadas as quantificações do teor de clorofila a, b e totais e carotenoides, sendo ambas estimadas como descrito por Lichtenthaler (1987); o teor de flavonoides totais, pela metodologia proposta por Francis (1992); e os taninos totais determinados segundo metodologia de Goldstein e Swain (1963).

3.7 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A morfologia das partículas foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com um TESCAN VEGA 3, operado a 5 kV e com ampliações variando de 250x a 1000x. Nenhum revestimento foi usado. Imagens foram analisadas em triplicado usando ImageJ para determinar a granulometria distribuição.

4 Resultados e Discussões

4.1 Caracterização físico-química e física do extrato de *Lippia Alba* concentrado bruto

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios dos parâmetros do extrato bruto produzido a partir do pó de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*).

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos e físico obtidos no extrato bruto de *Lippia alba*

Parâmetro	Quantificação
Teor de extrativos (%)	29,77 ± 0,27
Teor de Água (%)	91,62 ± 0,02
Teor de Sólidos (%)	2,4 ± 0,02
Densidade relativa (g/mL)	0,99 ± 0,00

Média ± Desvio padrão.

Fonte: Dados da pesquisa.

Sendo o etanol um solvente com elevado ponto de ebulição (78,3 °C) e caráter anfílico, capaz de realizar a extração de substâncias polares e apolares, ele possui alta capacidade de extração dos constituintes de interesse (COSTA; HOSCHEID, 2018). Esse comportamento foi conservado durante a extração das folhas de erva cidreira. André *et al.* (2013), ao estudar os extratos hidroalcoólicos de *Lafoensia pacari*, obteve um teor de extrativo de 30%, valor próximo aos encontrados por Martins (2013), que observou um teor de extrativo entre 30,37% e 34,75% para extratos de folhas de cumaru, e Silval *et al.* (2013), que constatou um teor de 31% para extratos de Pereiro. A semelhança dos valores observados pelos autores citados e pelo verificado no presente estudo, mesmo se tratando de diferentes fontes de extração em ambos os estudos, é aceitável, pois deve ser levada em consideração as variadas substâncias extraídas, visto que muitas podem sofrer modificações estruturais durante o método extrativo e o contato com o solvente extrator.

O teor de água observado (91,62%) é aceitável por ser uma característica das extrações realizadas com etanol, que aumenta, não sendo esse parâmetro desfavorável, pois a água é considerada um constituinte que apresenta baixa toxidez, não interferindo na qualidade e nos atributos do extrato obtido. Franzen *et al.* (2018) encontrou valores de teor de água de 89,35% para extrato de flores, valor inferior ao encontrado no presente estudo, mas podendo ser explicado por se tratar de matérias-primas diferentes.

O valor encontrado para o teor de sólidos do extrato bruto foi baixo. Sendo assim, foi observada a necessidade de submeter o extrato a um processo de rotoevaporação com o intuito de concentrar o teor de sólidos para aproximadamente 9,5%. Martins (2013) encontrou valores de sólidos para o extrato

de cumaru de 0,91%, sendo um valor abaixo do observado no presente estudo, ou seja, a extração efetuada para o extrato de cumaru elevou o teor de água e, conseqüentemente, reduziu o de sólidos no extrato final.

Indiretamente, a densidade relativa permite determinar aproximadamente o extrato seco, sendo importante remover quaisquer partículas em suspensão que possam conferir ao produto características indesejadas e até mesmo a formação de depósito no fundo do frasco de acondicionamento do produto acabado (GOMES; MENDES; MACHADO, 2018). Martins (2013), para o extrato de cumaru, observou uma densidade reativa de 1,25 g/mL; já André, Silva e Vasconcelos (2013) obtiveram valores de densidade para o extrato de *Lafoensia pacari* de 0,8 g/mL; e Silva *et al.* (2013) encontraram 0,9 g/mL para extrato de *Peperomia pellucida L.*, valores semelhantes aos observados nesse estudo, sendo possível afirmar o extrato bruto obtido não resultou em teores consideráveis e detectáveis de resíduos e produtos indesejados.

4.2 Obtenção do extrato seco de *Lippia Alba* por secagem em *Spray Drying*

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos durante os ensaios de secagem em secador *Spray Drying*, apresentando parâmetros observados para encontrar o extrato seco otimizado, ou seja, com os melhores resultados e, conseqüentemente, a melhor condição de secagem para esse processo e produto.

Sendo o rendimento diretamente relacionado com a eficiência do processo, observa-se que o experimento “4” foi executado com os maiores valores de temperatura e vazão de alimentação e que, em contrapartida, o experimento “1” foi realizado com os menores valores das variáveis do processo.

A taxa de acúmulo do processo é um parâmetro inversamente proporcional ao rendimento, sendo possível observar o mesmo comportamento do rendimento, mas com valores maiores e menores para os experimentos “1” e “4”, respectivamente, mostrando, assim, que o processo de secagem em *Spray Drying* para o extrato bruto de erva cidreira (*Lippia Alba*) atinge um melhor desempenho em condições extremas, havendo, conseqüentemente, um maior gasto energético, mas que pode ser suprido devido à eficácia, atingindo praticamente metade da eficiência.

Sendo a taxa de evaporação correspondente à quantidade de água retirada do produto ao longo do tempo durante o processo de secagem, almeja-se um valor elevado, sendo observado no experimento “3”, onde, aproximadamente, 5,5 gramas de água por minuto são excluídos do produto em pó fornecido. Contudo, em todos os experimentos os valores encontrados foram consideravelmente próximos, por se tratar de um parâmetro que pode variar desde a temperatura usada para secagem até a condição climática do dia em que a secagem foi efetuada, variando de 3,1 a 5,5 g/min.

Tabela 3 – Variáveis dependentes dos ensaios de secagem de *Lippia Alba* em *Spray Drying*

Variáveis do processo			Parâmetros obtidos				
Exp	T (°C)	WS (g/min)	Re (%)	Ac (%)	TE (g/min)	Ta (%)	Aw
1	50	4	22,94	77,06	3,44	8,0	0,49
2	70	4	45,92	54,08	3,1	5,0	0,22
3	50	6	27,94	72,06	5,5	8,0	0,47
4	70	6	49,78	50,22	4,33	6,0	0,2
5	60	5	41,49	58,51	4,59	7,0	0,4
6	60	5	40,87	59,13	4,18	7,0	0,41
7	60	5	38,74	61,26	4,44	6,0	0,4

T – Temperatura de entrada; W_s – Vazão de alimentação; Re – Rendimento; A_c – Taxa de acúmulo; T_e – Taxa de evaporação; T_a – Teor de água; A_w – Atividade de água.

Fonte: Dados da pesquisa.

Como provável, os parâmetros teor de água e atividade de água tiveram comportamentos semelhantes, mostrando valores elevados e indesejáveis para os ensaios com menor temperatura de entrada no processo (experimentos "1" e "3"), pois, por se tratar de um produto em pó, a proliferação microbiológica pode ocorrer de forma rápida por haver uma quantidade maior de água livre presente. O inverso e desejável podem ser observados nos experimentos "2" e "4", com maiores temperaturas de secagem e menores valores para os teores discutidos (T_a e A_w).

A partir das variáveis respostas, pode-se escolher a melhor condição de secagem, com valores benéficos ao produto em pó obtido. Neste caso, o experimento "4", com maior temperatura de entrada e maior vazão de alimentação, apresentou maior rendimento, menor taxa de acúmulo, e menor teor e atividade de água, podendo, assim, ser considerado um pó com características propícias à armazenagem e produção em larga escala.

A Tabela 4 contém os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e o $F_{Calculado}$ e $F_{tabelado}$, correspondentes do teste de Fisher, sendo o tabelado denotado na tabela com seus correspondentes graus de liberdade (3,3), sendo ambos os fatores observados obtidos por meio da análise de variância (ANOVA) realizada no planejamento experimental.

Tabela 4 – Análise de variância para as variáveis dependentes a 95% de confiança dos ensaios de secagem de *Lippia Alba* em *Spray Drying*

Parâmetro	R^2 (%)	$F_{Calculado}$	$F_{tabelado(3,3)}$
Rendimento	0,9492	18,71	9,28
Taxa de acúmulo	0,9494	18,74	9,28
Taxa de evaporação	0,9320	13,70	9,28
Teor de água	0,9086	9,94	9,28
Atividade de água	0,9255	12,42	9,28

Fonte: Dados da pesquisa.

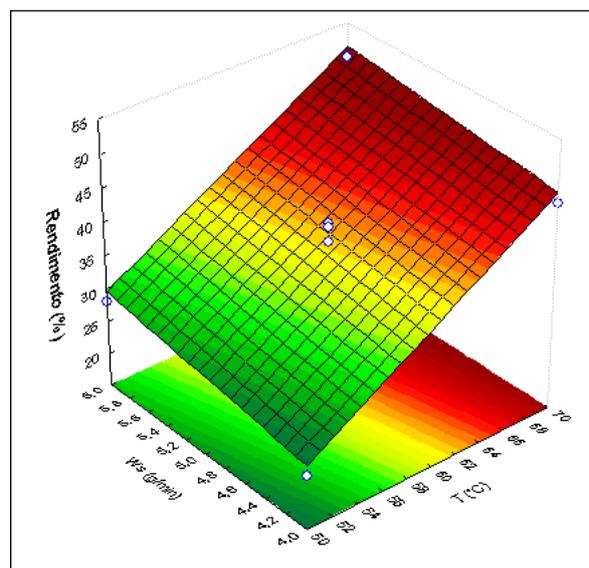
Por meio desses valores, é possível observar que as variáveis dependentes apresentaram coeficientes de determinação com valores aceitáveis e coerentes, podendo ser considerados altamente significativos e com modelo com alto ajuste.

O teste F de Fisher foi significativo para todos os parâmetros ao nível de significância estabelecido (95%), de acordo com Rodrigues e Lemma (2014),

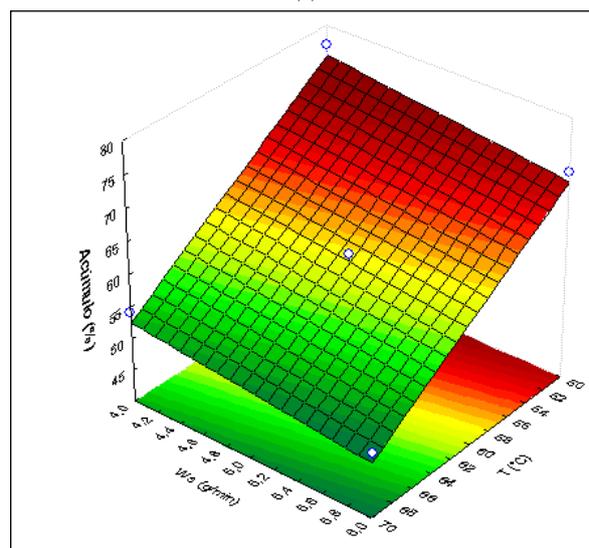
que afirmam que o modelo só é estatisticamente significativo quando o valor de $F_{Calculado}$ for superior ao de $F_{tabelado}$, sendo esse o comportamento observado pelas variáveis impostas.

A Figura 1 mostra as superfícies de resposta obtidas para cada variável dependente do processo, exibindo as tendências do processo.

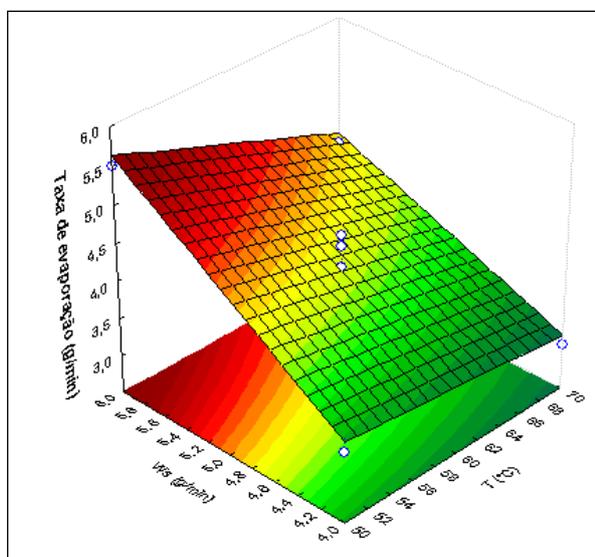
Figura 1 – Superfície de resposta obtida para as variáveis dependentes dos ensaios de secagem de *Lippia Alba* em *Spray Drying*: a) Rendimento; b) Acúmulo; c) Taxa de evaporação; d) Teor de água; e) Atividade de água



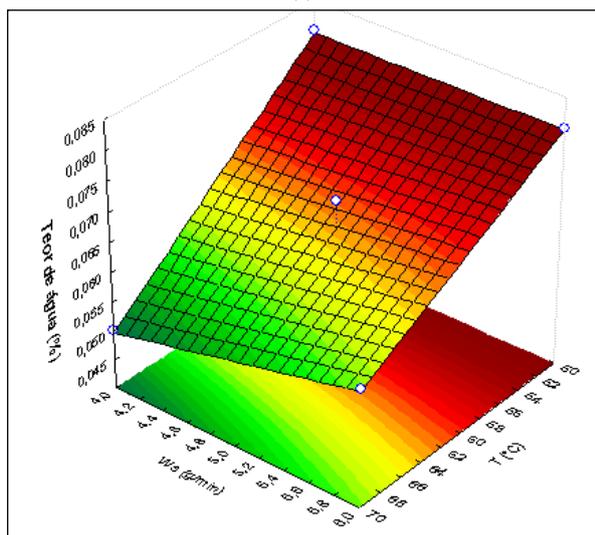
(a)



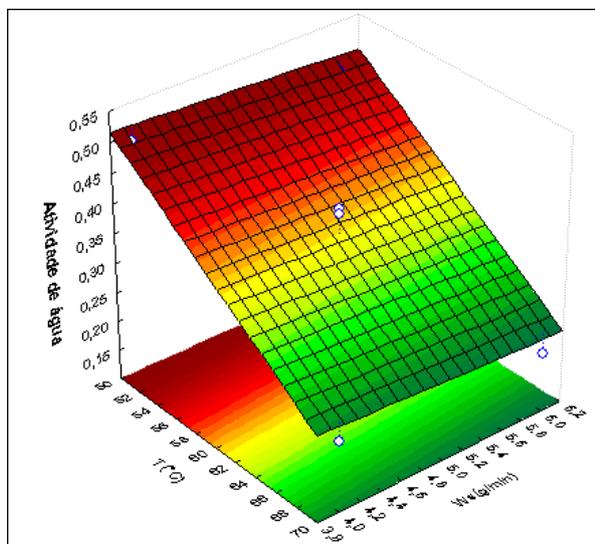
(b)



(c)



(d)



(e)

Fonte: Elaborada pelos autores.

O rendimento do processo (Figura 1a) exibe que uma maior vazão de alimentação e temperatura resulta em maior eficiência, como no experimento “4”, sendo possível observar também que, ao fixar a temperatura em 70 °C, a variação ao longo da vazão de alimentação é baixa, assim como o acúmulo (Figura 1b), em que se buscam valores menores, por ser sinônimo de perdas ao processo.

A taxa de evaporação, representada na Figura 1c, demonstra um comportamento em que, para haver maior eliminação de água no processo, deve-se utilizar temperaturas mais baixas e vazões de alimentações mais altas, como no experimento “3”, desempenhando um processo com uma redução de energia. Enquanto nas variáveis, teor de água (Figura 1d) e a atividade de água (Figura 1e), é possível observar que, ao fixar a temperatura no limite máximo, os valores são praticamente semelhantes em qualquer escala de vazão de alimentação.

4.3 Caracterização físico-química e física do extrato de *Lippia Alba* seco em *Spray Drying*

As propriedades do extrato otimizado de erva cidreira (*Lippia Alba*) seco, obtido após a secagem em *Spray Drying*, constam na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros físico-químicos e físicos do extrato seco otimizado de *Lippia Alba* obtido em *Spray Drying*

Parâmetro	Quantificação
Teor de Água (%)	6,0 ± 0,03
Atividade de água	0,2 ± 0,02
Cinzas (%)	0,9 ± 0,24
Molhabilidade (g/min)	0,016 ± 0,17
Higroscopicidade (%)	0,0068 ± 0,2
Solubilidade (%)	88 ± 0,03
Massa específica aparente (g/mL)	0,56 ± 0,07
Massa específica de compactação (g/mL)	4,17 ± 0,04
Fator de Hausner	7,44 ± 0,04
Índice de Compressibilidade	0,56 ± 0,08
Cor	
a*	2,23 ± 0,27
b*	28,97 ± 0,09
L*	40,63 ± 0,13

Média±Desvio padrão.

Fonte: Dados da pesquisa.

O teor de água encontrado é aceitável para produtos em pó, sendo próximo aos encontrados por Souza *et al.* (2013), de 3,4 e 4,5 para *Bauhinia forficata* e *Passiflora alata*; já Silva *et al.* (2017) observou valores entre 4,3 e 6,6 para extrato em pó da casca de berinjela obtido em *Spray Drying*.

Em relação à atividade de água, foi possível constatar que a água presente na amostra está fortemente ligada, ou seja, o desenvolvimento de microrganismos é quase nulo; uma quantificação superior foi encontrada por Battiston *et al.* (2016) para extrato de erva-mate em pó, 0,58, sendo nessa faixa ainda considerado um produto microbiologicamente estável.

A molhabilidade encontrada foi de 0,016 g/min; por se tratar de um valor baixo, constata-se que o tempo necessário para o completo desaparecimento do pó na superfície do líquido em repouso é breve. Esse comportamento está ligado ao fato de a amostra possuir um baixo teor de água, dificultando a penetração da água e diminuindo o poder de reconstituição (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A higroscopicidade também apresentou um valor baixo, indicando uma baixa capacidade de absorver umidade do ambiente, o que está relacionado com o gradiente de pressão de vapor entre as partículas e o ar ambiente, sendo esses parâmetros favoráveis ao armazenamento do extrato de erva cidreira (*Lippia Alba*) seco obtido (LIMA *et al.*, 2017).

Observa-se que o produto é bastante solúvel, apresentado uma taxa de solubilidade em torno de 88%, quando comparado ao estudo de Santos *et al.* (2014), que encontrou solubilidade muito baixa para os produtos estudados, entre 38% e 47%, mas resultados semelhantes foram encontrados por Silva *et al.* (2017), que obtiveram valores entre 90,16% e 95,29% para extrato da casca de berinjela em pó.

A quantificação da massa específica aparente revela que os resíduos tendem a não se compactarem completamente, gerando os espaços vazios entre as partículas do produto. Já a massa específica de compactação demonstra a capacidade da amostra de se compactar, sendo, nesse caso, um valor baixo que, por conseguinte, certifica a justificativa dada para a massa específica aparente.

O extrato de erva cidreira (*Lippia Alba*) seco apresentou fator de Hausner 7,44, sendo esse valor superior a 1,11, que indica o limite para afirmar que o produto é facilmente compressível e com fluxo excelente (UNITED STATES PHARMACOPEIAL

CONVENTION, 2006). O índice de compressibilidade encontrado foi de 0,56, sendo superior ao estabelecido por Guo, Beddow e Vetter (1985), cujas amostras que apresentaram índices de compressibilidades superiores a 0,18, não foram considerados produtos em pó facilmente compressíveis. Ou seja, os dois parâmetros constataram que o extrato de erva cidreira seco não possui boas características de compressibilidade.

Observa-se, através do parâmetro cor, ao analisar o valor de a^* , que foi de 2,23, e L^* , de 40,63, o comportamento de um produto considerado escuro, por possuir baixa luminosidade (L^*), sendo esperados, devido à cor verde escuro das folhas de *Lippia Alba*, valores semelhantes. Quanto mais expostos a temperaturas, mais há incidência de mudanças na coloração, pois ocorre maior degradação dos compostos presentes na amostra.

4.4 Caracterização dos compostos bioativos do extrato de *Lippia Alba* bruto e seco

Na Tabela 6 são apresentados os valores dos compostos bioativos do extrato de *Lippia Alba* bruto e seco.

Tabela 6 – Compostos bioativos do extrato de *Lippia Alba* bruto e seco

Parâmetro	Extrato bruto	Extrato seco
Flavonoides*	403,88 ± 0,03	536,06 ± 0,03
Clorofila a *	2,60 ± 0,2	0,209 ± 0,27
Clorofila b *	3,62 ± 0,3	0,148 ± 0,27
Clorofila total *	37,77 ± 0,27	30,58 ± 0,27
Carotenoides *	99,71 ± 0,2	7,63 ± 0,27
Taninos *	19,54 ± 0,03	84,87 ± 0,03

Média ± Desvio padrão. *mg/100g.

Fonte: Dados da pesquisa.

Os flavonoides presentes estão em quase todas as plantas, havendo apenas variação qualitativa de uma planta para outra. Por se tratar de um composto com cerca de 41 (quarenta e uma) ações farmacológicas diferentes, o extrato estudado pode ser considerado uma fonte de elevada intervenção medicinal devido ao valor encontrado nele. Firmo *et al.* (2015) produziu extratos hidroalcoólicos a partir de solventes orgânicos e quantificou os flavonoides presentes, encontrando valores de 15,7 mg/100 g, sendo este inferior ao obtido no presente estudo. Os flavonoides presentes no extrato seco da erva cidreira

(*Lippia Alba*) apresentaram valores semelhantes aos encontrados por Rêgo Júnior *et al.* (2011), que estudou secagem de *C. pyramidalis*, *E. Velutina* e *A. Cearensee*, encontrando valores de 569, 592,1 e 686,4 mg/100 g, respectivamente. Ao observar o extrato bruto, nota-se que houve uma concentração dos flavonoides. Esse comportamento se dá devido à diminuição da presença de água na amostra.

Os demais bioativos no extrato bruto apresentaram doseamentos inferiores aos flavonoides, mas cada um com sua importância e contribuição benéfica ao extrato obtido. Os teores de clorofila (a, b e total), sendo essa a designação do grupo de pigmentos fotossintéticos (verde) presente nas plantas, foram de 2,60 mg/100 g, 3,62 mg/100 g e 37,77 mg/100 g, correspondendo respectivamente à clorofila a, b e total. Cruz *et al.* (2016) observaram valores inferiores, 11,31 mg/100 g, para clorofila total ao estudar o extrato de *Punica granatum*L.

O teor de clorofila total do extrato seco não se diferencia, em larga escala, do obtido no extrato bruto, 37,77 mg/100 g, justificando, assim, que a degradação do pigmento característico desse bioativo não sofreu grandes alterações durante o processo de secagem, pois a quantificação do extrato seco foi de 30,58 mg/100 g.

Os carotenoides são importantes compostos bioativos que participam da defesa contra o estresse oxidativo, caracterizados pela ampla gama de pigmentos difundidos na natureza. No presente estudo foi encontrado um teor de 99,71 mg/100 g para o extrato bruto, valor esse superior ao encontrado por

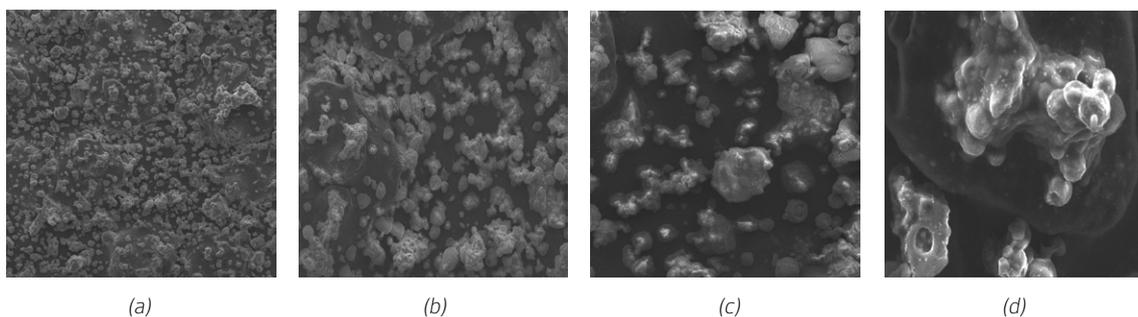
Bittencourt, Martins e Martins (2015), ao analisarem o extrato de pimenta-biquinho, sendo observado um teor de 0,0731 mg/100 g. Para o extrato seco, os carotenoides foram influenciados pela temperatura de secagem, havendo uma degradação, sendo observada uma redução significativa ao comparar com o extrato em bruto. Segundo Rêgo Júnior *et al.* (2011), a variação de pigmentos durante o processo de secagem pode identificar a redução de nutrientes, como os carotenoides. Os mesmos autores encontraram valores para o teor de carotenoides de 1,4, 0,4 e 0,1 mg/100 g para os extratos secos de *C pyramidalis*, *E. Velutina* e *A. Cearensee*, respectivamente.

Sendo os taninos um dos compostos responsáveis pelo efeito alelopático, considerados substâncias envolvidas no processo de proteção da planta; no presente estudo, o valor obtido foi de 19,54 mg/100 g para o extrato bruto. Martins (2013) observou os taninos no extrato seco de cumaru em 0,01 mg/100 g. Ao observar esse mesmo composto no extrato seco, Santos *et al.* (2018) quantificou o mesmo composto bioativo em 58,43 mg/100 g para o pó de folhas de *Croton linearifolius*, valor este inferior ao encontrado no presente estudo. Além disso, ocorreu o mesmo comportamento de concentração do composto, assim como os flavonoides em relação ao extrato bruto.

4.5 Microscopia Eletrônica de Varredura

Na Figura 2 (a, b, c, d), pode ser visualizada as micrografias do extrato seco em *Spray Drying*, obtidas em aumento de 250, 500, 1000 e 2000, do extrato otimizado de *Lippia Alba* seco (experimento "4").

Figura 2 – Fotomicrografias do extrato seco obtido em *Spray Drying* nas condições de secagem 70 °C e 6 g/min. a) Aumento de 250x; b) Aumento de 500x; c) Aumento de 1000x; d) Aumento de 2000x



Fonte: Elaborada pelos autores.

Através das imagens, é possível observar que o extrato de erva cidreira (*Lippia Alba*) seco apresentou uniformidade com formatos esféricos irregulares e outros formatos indefinidos, embora quase todas as partículas tenham tamanhos próximos. Gallo *et al.* (2011) avaliou o comportamento do extrato seco de cáscara sagrada e também notou aspectos irregulares nos tamanhos das partículas.

5 Conclusão/Considerações

Com base nos resultados obtidos, é possível consumir que o método de extração realizado foi eficaz na obtenção do extrato bruto de *Lippia Alba*, garantindo a preservação dos compostos bioativos presentes na folha de *Lippia Alba*, sendo possível observar uma posição aprazível da folha para lista de plantas utilizadas pela população para o tratamento de enfermidades.

No extrato seco obtido, foi possível observar que o comportamento verificado nos ensaios de secagem foi linearmente proporcional ao relacionar as variáveis dependentes e independentes, considerando uma maior eficiência para os limites superiores de temperatura de entrada e vazão de alimentação, e uma menor eficácia para os limites inferiores das variáveis em questão.

Após realização e análise dos ensaios, o experimento “4” apresentou características significativamente acentuadas quando comparado com os demais experimentos, sendo, então, pesado com o pó otimizado do processo. Após caracterização dos experimentos, constatou-se que o método de secagem e as condições estabelecidas foram cruciais para a eficácia da concentração dos compostos bioativos e para as propriedades físico-químicas e físicas que caracterizam o extrato de erva cidreira em pó como efetivo para um bom armazenamento e produção em larga escala.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J. S.; COSTA, M. C. C.; NASCIMENTO, S. C.; SENA, K. X. F. R. Atividade antimicrobiana de *Lippia alba* (Mill) N.E. Brown (Verbenaciae). **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 18, n. 3, p. 436-440, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300018>. Acesso em: 21 set. 2019.

ANDRÉ, A. C. G. M.; SILVA, A. P. F.; VASCONCELOS, E. M. Caracterização físico-química do material vegetal e

dos extratos de *Cestrum laevigatum schtdl* (Solanaceae). **Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - ALAGOAS**, v. 1, n. 2, p. 11-19, 2013. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitbiossaude/article/view/565>. Acesso em: 5 out. 2019.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 18th ed., 3th review. Washington, USA: AOAC, 2010. 1094 p.

BATTISTON, C. S. Z.; DALLA ROSA, C.; BARRO, N. P. R.; MIGNONI, M. L. Caracterização físico-química e atividade antioxidante de chocolate branco com extrato de erva-mate. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 6, p. 1878-1888, 2016. Disponível em: <http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/1588>. Acesso em: 5 out. 2019.

BITTENCOURT, F.; MARTINS, M. L.; MARTINS, E. M. F. Desenvolvimento de extrato de pimenta-biquinho como forma de conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 5, n. 2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v5i2.297>. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas/article/view/2878/0>. Acesso em: 7 out. 2019.

BRAGA, M. C. **Qualidade da folha de *Curcuma longa* L. desidratada obtida com diferentes métodos de secagem**. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

CARDOSO, N. Q. **Desenvolvimento tecnológico de extratos vegetais padronizados a partir da *Lafoensia pacari* A. St. - Hill (Lythraceae)**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, 2011.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers of the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n. 4, p. 420-428, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.05.003>. Acesso em: 8 out. 2019.

COSTA, I. C. F. A Importância da atenção farmacêutica no uso de fitoterápicos emagrecedores contendo sene (*Cassia angustifólia* Vanh). **Revista On-line IPOG Especialize**, v. 1, n. 10, p. 1-15, 2015.

Disponível em: <https://docplayer.com.br/19784327-A-importancia-da-atencao-farmaceutica-no-uso-de-fitoterapicos-emagrecedores-contendo-sene-cassia-angustifolia-vanh.html>. Acesso em: 8 out. 2019.

COSTA, J. C. F.; HOSCHEID, J. Perfil fitoquímico e avaliação da atividade antimicrobiana de extratos aquoso e etanólico de folhas de *Cecropia pachystachya*. **Revista Fitos**, v. 12, n. 2, p. 175-185, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2446-4775.20180016>. Acesso em: 9 out. 2019.

CRUZ, L. F. S.; FERREIRA, C. S.; SARNIK, J.; CAMPOS, R.; DE LIMA, C. P. Quantificação dos principais grupos de metabólitos secundários presente no extrato bruto e frações de *Punica granatum* L. obtidos por maceração. **Anais do EVINCI - UniBrasil**, v. 1, n. 3, p. 389-389, 2016. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/anaisevinci/article/view/833>. Acesso em: 10 out. 2019.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 1988. parte 1, 526 p.

FIRMO, W. C. A.; MIRANDA, M. V.; COUTINHO, G. S. L.; BARBOZA, J. R.; ALVES, L. P. L.; OLEA, R. S. G. Determinação de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de *Lafoensia pacari* (Lythraceae). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2015. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/24645>. Acesso em: 4 out. 2019.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1992. p. 181-207.

FRANZEN, F. L.; FRIES, L. L. M.; DE OLIVEIRA, M. S. R.; LIDÓRIO, H. F.; MENEGAES, J. F.; LOPES, S. J. Teor e rendimento de extratos de flores obtidos por diferentes métodos e períodos de extração. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 1, p. 9-21, 2018. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/16765>. Acesso em: 1 out. 2019.

FREUDIG, B.; HOGKAMP, S.; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical Engineering and Processing: Process Intensification**, Amsterdam, v. 38, n. 4-6, p. 525-532, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0255-2701\(99\)00049-5](https://doi.org/10.1016/S0255-2701(99)00049-5). Acesso em: 2 out. 2019.

GALLO, L.; LLABOT, J. M.; ALLEMANDI, D.; BUCALÁ, V.; PIÑA, J. Influence of spray-drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cáscara sagrada) extract powder physical properties. **Powder Technology**, v. 208, n. 1, p.

205-214, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2010.12.021>. Acesso em: 10 out. 2019.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannins in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, n. 4, p. 371-383, 1963. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)84860-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)84860-8). Acesso em: 25 set. 2019.

GOMES, P. O. M.; MENDES, K.; MACHADO, M. Caracterização físico-química, determinação de minerais e avaliação do potencial antioxidante de licores produzidos artesanalmente. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 12, p. 54-61, 2018. DOI: <https://doi.org/10.33837/msj.v1i12.583>. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/multiscience/article/view/583>. Acesso em: 2 out. 2019.

GUO, A.; BEDDOW, J. K.; VETTER, A. F. A simple relationship between particle shape effects and density, flow rate and Hausner ratio. **Powder Technology**, Lousanne, v. 43, n. 3, p. 279-284, 1985. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(85\)80009-7](https://doi.org/10.1016/0032-5910(85)80009-7). Acesso em: 29 set. 2019.

LELIS, R.C.C. **Zur Bedeutung der Kerninhaltsstoffe obligatorisch verkernter. Nadelbaumarten bei der Herstellung von feuchtebeständigen und biologisch resistenten Holzspanplatten, AM Beispiel der Douglasie [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco]**. 1995. 78 f. Dissertation an der Forstlichen Fakultät de Universität Göttingen,

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls e carotenoids: pigments of photosyntheticbiomembranes. In: PACKER, L.; DOUCE, R. (eds.). **Methods in Enzymologi**, London, v. 148, p. 350-382, 1987. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0076-6879\(87\)48036-1](https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1). Acesso em: 25 set. 2019.

LIMA, E. C.; RODRIGUES, M. E.; MAIA, J. L.; DANTAS, T. N. P.; MEDEIROS, M. F. D. Rendimento e características físico-químicas do extrato da casca do jambo processado em spray dryer—influência das variáveis de operação. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, v. 1, n. 4, p. 1552-1557, 2017. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/rendimento-e-caractersticas-fsico-qumicas-do-extrato-da-casca-do-jambo-processado-em-spray-dryer-influncia-das-variveis-de-operao-26093>. Acesso em: 1 out. 2019.

LOCH-NECKEL, G.; SCHÜTZ, F. E.; DERNER, R. B.; LEMOS-SENNA, E. Obtaining dried extracts from the biomass of the microalga *Haematococcus pluvialis* by *Spray Drying*. **Matéria (Rio de**

Janeiro), v. 23, n. 4, e12221, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1517-70762018000400412&lng=en&nrm=iso&tlng=en. Acesso em: 5 out. 2019.

MARTINS, J. B. **Obtenção de extrato seco de cumaru pelo processo de secagem em leite de jorro**. 2013. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.

NASCIMENTO, L.; PIMENTEL, M. H.; ARAGÃO, M. Â. Uso de produtos naturais com fins terapêuticos em pediatria. **Egitania Scientia**, ano 11, n. 21, p. 111-128, 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/18007/3/USO%20DE%20PRODUTOS%20NATURAIS%20COM%20FINS%20TERAP%3%8AUTICOS.pdf>. Acesso em: 30 set. 2019.

OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; DE SOUZA SMANIOTTO, T. A.; CAMPOS, R. C. Qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas na secagem artificial. **Global Science and Technology**, v. 9, n. 2, 2016. Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/773>. Acesso em: 6 out. 2019.

OLIVEIRA, A. S.; DE FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; DE BRITO, J. G. Estabilidade da polpa do Cereus jamacaru em pó durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 147-153, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n2p147-153>. Acesso em: 25 set. 2019.

RÊGO JÚNIOR, N. O.; FERNANDEZ, L. G.; CASTRO, R. D.; SILVA, L. C.; GUALBERTO, S. A.; PEREIRA, M. L. A.; SILVA, M. V. Compostos bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 50-57, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/273357698_Compostos_bioativos_e_atividade_antioxidante_de_extratos_brutos_de_especies_vegetais_da_caatinga. Acesso em: 9 out. 2019.

ROCHA, A. P. T.; LISBOA, H. M.; ALSINA, O. L. S.; SILVA, O. S. Coating process of *Phyllanthus niruri* Linn granules using spouted bed. **Powder Technology**, v. 336, p. 85-91, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2018.05.05>. Acesso em: 5 out. 2019.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. 3. ed. Campinas: Casa do Pão Editora, 2014.

SANTOS, C. T.; PASSOS, M. M. S.; COSTA, M. A. R.; RAMOS, R. S.; FERNANDES, E. P.; PINHEIRO, L. S.; SILVA, B. C. S.; GUALBERTO, S. A. Fenólicos totais e flavonoides totais de extratos obtidos dos caules de *Croton linearifolius* (Euphorbiaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 58., São Luís, MA, 2018. **Anais** [...]. Cidade de publicação: Editora/organizadora, 201x. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2018/trabalhos/7/1682-26583.html>. Acesso em: 27 set. 2019.

SANTOS, U. V.; SANTOS, B. S.; SILVA, G. F.; CONSTANT, P. B. L.; SANTOS, J. A. B. Avaliação do potencial de ervas medicinais: capim limão (*Cymbopogon citratus* D. C.), chá verde (*Camelliasinensis* L.) e hibisco (*Hibiscusabdariffa* L.) para obtenção de chás solúveis. **Revista Geintec**, v. 4, n. 4, p. 1399-1408, 2014. Disponível em: <http://www.revistageintec.net/index.php/revista/article/view/566>. Acesso em: 4 out. 2019.

SILVA, L. A.; RESENDE, O.; VIRGOLINO, Z. Z.; BESSA, J. F. V.; MORAIS, W. A.; VIDAL, V. M. Cinética der secagem e difusividade efetiva em folhas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, supl. 2, p. 953-963, 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-05722015000600953&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 5 out. 2019.

SILVA, R. H.; LIMA, E. C.; DANTAS, S. C. M.; DANTAS, T. N. P.; MEDEIROS, M. F. D. de. Secagem do extrato da casca de berinjela em *spray dryer* com adição de adjuvantes. **Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**, v. 1, n. 4, p. 1581-1586, 2017. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeqic2017/281.pdf>. Acesso em: 1 out. 2019.

SILVA, R. M. F.; RIBEIRO, J. F. A.; FREITAS, M. C. C.; ARRUDA, M. S. P.; NASCIMENTO, M. N.; BARBOSA, W. L. R.; ROLIM NETO, P. J. Caracterização físico-química e análises por espectrofotometria e cromatografia de *Peperomia pellucida* L. (H. B. K.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 15, n. 4, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-05722013000500012. Acesso em: 4 out. 2019.

SOUZA, A. V.; FERNANDES, J. F.; TRALLI, J. B.; GALVÃO, P.; PEDRO, M. A. M. Aplicação de secagem por *Spray Drying* para a produção de extratos vegetais secos. **Revista Científica Unilago**, v. 1, n. 1, p. 181-193, 2013. Disponível em: <http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoanterior/Sumario/2013/downloads/2013/APLICA%C3%87%C3%83O%20DA%20SECAGEM%20>

POR%20SPRAY%20DRYING%20PARA%20A%20
PRODU%3%87%C3%83O%20DE%20EXTRATOS%20
VEGETAIS%20SECOS.pdf. Acesso em: 24 set.2019.

SPAGOLLA, L. C.; SANTOS, M. M.; AGUIAR, C. L.
D.; PASSOS, L. M. L. Extração alcoólica de fenólicos
e flavonóides totais de mirtilo "Rabbiteye" (*Vaccinium
ashei*) e sua atividade antioxidante. **Revista de Ciências
Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 30, n. 2, p.
187-191, 2009. Disponível em: [http://rcfba.fcfar.unesp.br/
index.php/ojs/article/view/444](http://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/444). Acesso em: 1 out. 2019.

UNITED STATES PHARMACOPEIAL
CONVENTION. **United States Pharmacopeia:**
USP29. Rockville: United States Pharmacopeial
Convention, 2006. p.2639-2640, 3017-3020.