



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE PROCESSOS



MAYARA EUNICE DE MACEDO GOMES

**Obtenção de Extrato Seco de Erva-Cidreira (*Lippia alba*) Mediante
Secagem por Atomização**

CAMPINA GRANDE - PB
2018

MAYARA EUNICE DE MACEDO GOMES

Obtenção De Extrato Seco De Erva-Cidreira (*Lippia alba*) Mediante Secagem Por Atomização

Tese de Doutorado apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de doutora em Engenharia de Processos.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª Ana Paula Trindade Rocha

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva

**CAMPINA GRANDE – PB
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**OBTENÇÃO DE EXTRATO SECO DE ERVA-CIDREIRA (*LIPPIA ALBA*)
MEDIANTE SECAGEM POR ATOMIZAÇÃO**

ALUNA: MAYARA EUNICE DE MACEDO GOMES

ORIENTADORES

PROF. Dr.^a ANA PAULA TRINDADE ROCHA

PROF. Dr. OSVALDO SOARES DA SILVA

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a. Dr.^a. Ana Paula Trindade Rocha
Orientadora – UAEAli/ CTRN/UFCG

Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva
Orientador - UATA/ CCTA/UFCG

Prof.^a. Dr.^a Clésia Oliveira Pachú
Examinadora Externa – DF/CCBS/UEPB

Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Santiago
Examinadora Externa – DQI/UEPB

Prof.^a Dr.^a. Deysi Santos Gouveia
Examinadora Externa – UAEAli/CTRN/UFCG

Prof.^a Dr.^a. Hofsky Viera Alexandre
Examinadora Externa - Pesquisadora CNPQ

**CAMPINA GRANDE-PB
2018**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre me apoiaram em tudo e não mediram esforços para que pudesse conquistar meus objetivos, ao meu esposo por sempre estar ao meu lado em minhas decisões e ao meu príncipe por entender toda a minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir alcançar este sonho, me dando sempre força nos momentos que fraquejei diante as tribulações do percurso

Ao meu grande incentivador de buscar meus sonhos, o meu pai, que sempre esteve presente em minha vida, apoiando-me em tudo.

A minha guerreira, minha fonte de inspiração, minha mãe, que mesmo diante todos os obstáculos vívidos esteve presente me apoiando e incentivando.

Ao meu esposo por me apoiar em tudo e se fazer presente na vida do nosso filho com intensidade para suprir os momentos de ausência.

Ao meu filho, que mesmo tão pequeno sempre entendeu a minha ausência.

A minha amiga/irmã Danielly Wanderley, que esteve sempre junta comigo na concretização deste sonho

A todos os profissionais dos laboratórios por onde passei em especial seu Jardis Caiçara e seu José Lopes, que por muitas vezes foram o nosso socorro e alento.

A professora Dr^a Libia, por abrir as portas do lab ao qual é coordenadora para que pudéssemos realizar boa parte dos experimentos.

As técnicas Renata e Rebeca que sempre nos ajudaram no departamento de Eng. de Alimentos.

Ao professor Dr. Gilmar por toda a paciência para conosco e por nos ajudar sempre com os probleminhas de equipamento.

A professora Dayse por todo apoio e amizade e confiança construída durante esse tempo.

As alunas da professora Ana Paula, Aline, Diala e ao ex Aluno Joabis que sempre estiveram ali para nos auxiliar.

Aos meus orientadores, Prof Dr^o Ana Paula Trindade Rocha e prof Dr. Osvaldo Soares pela paciência, amizade, colaboração e incentivo a pesquisa.

A Capes, por ter proporcionado apoio financeiro para a realização da pesquisa.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para que esse sonho pudesse se tornar realidade.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo a erva cidreira (*lippia alba*) in natura, planta essa muito utilizada pela população, estando presente na lista de plantas utilizadas pelo SUS, caracterizar as folhas da planta in natura, estudar a cinética de secagem das folhas secas em secador convectivo, formular um extrato hidroalcoólico a partir da melhor condição de secagem e obter um extrato seco mediante secagem em spray drying. Esperando-se com o processo obter um produto seco concentrado de bioativos aumentando a capacidade fitoterápica da planta. O trabalho foi dividido em capítulos, em que, cada capítulo abordará um processo realizado para a obtenção do produto seco.

Palavras chave: Erva cidreira, Extrato seco concentrado, compostos bioativos.

ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate the dry kinetics of dry leaves in the Brazilian rain forest (*Lippia alba*) in natura, a plant widely used by the population, being present in the list of plants used by the SUS, characterizing the leaves of the plant in natura convective dryer, formulate a hydroalcoholic extract from the best drying condition and obtain a dry extract by drying in spray drying. Waiting for the process to obtain a concentrated dry bioactive product enhancing the plant's phytotherapeutic capacity. The work was divided into chapters, in which each chapter will address a process performed to obtain the dry product.

Key words: Lemon balm herb, Concentrated dry extract, bioactive compounds

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema do secador de leito fixo	10
Figura 2 -	Esquema de um secador por atomização	11
Figura 1.1 -	Porcentagem de nauplios de artemia salina mortos em relação ao aumento da concentração de erva cidreira	24
Figura 2.1 -	Esquema de equipamento utilizado na realização da secagem convectiva	35
Figura 2.2 -	Curvas cinéticas de secagem	39
Figura 2.3 -	Perfis granulométricos das folhas de erva cidreira secas moída	43
Figura 3.1 -	Fotomicrografias do extrato seco obtido por spray drying nas condições de secagem 70°C e 6g/min	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - Parâmetros químicos e físico-químicos da erva cidreira (<i>Lippia alba</i>)	23
Tabela 1.2 - Compostos bioativos da folha de erva cidreira <i>in natura</i>	25
Tabela 2.1 - Níveis de Codificação	36
Tabela 2.2 - Modelos matemáticos utilizados para estimar as curvas de secagem de folha de erva cidreira (<i>Lippia alba</i>)	36
Tabela 2.3 - Variáveis dependentes dos ensaios de secagem	40
Tabela 2.4 - Análise de variância para as variáveis dependentes a 95% de confiança	40
Tabela 2.5 - Parâmetros logarítmicos dos modelos cinéticos ajustados	42
Tabela 2.6 - Parâmetros químicos e físico-químicos da folha seca de erva cidreira	44
Tabela 2.7 - Compostos bioativos das folhas de erva cidreira seca	45
Tabela 3.1 - Níveis de codificação	55
Tabela 3.2 - Parâmetros do extrato concentrado	59
Tabela 3.3 - Compostos bioativos do extrato hidroalcoólico do pó da folha de erva cidreira	60
Tabela 3.4 - Variáveis dependentes dos ensaios de secagem	61
Tabela 3.5 - Análise de variância para as variáveis dependentes a 95% de confiança	61
Tabela 3.6 - Parâmetros químicos e físico-químicos do extrato seco de erva cidreira	62
Tabela 3.7 - Compostos bioativos do extrato seco de erva cidreira	65

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - OBJETIVOS	3
2.1 - Objetivo geral	3
2.1 - Objetivos específicos	3
3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
3.1 - Erva cidreira (<i>Lippia alba</i>)	4
3.2 - O uso de plantas medicinais (erva cidreira)	5
3.3 - Estratos fitoterápicos	6
3.4 - Processos de secagem	7
3.4.1 - Cinética de secagem	8
3.4.2 - Secagem das folhas	9
3.4.3 - Secagem em secador convectivo	10
3.4.4 - Secagem por atomização	10
3.4.4.1 - Dióxido de silício coloidal (Aerosil)	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
CAPITULO I	17
Caracterização Físico-Química e Compostos Bioativos de Folhas de Erva Cidreira (<i>Lippia alba</i>)	

CAPITULO II	31
Secagem De Folhas De Erva Cidreira (<i>Lippiaalba</i>) Em Secador Convectivo	
CAPITULO III	52
Secagem de Folhas de Erva Cidreira(<i>Lippia Alba</i>) em Spray Drying	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	70

1 - INTRODUÇÃO

As plantas medicinais vêm sendo cultivadas e utilizadas como medicamentos para a humanidade por muitos anos, países como a China tem se dedicado ao cultivo de plantas medicinais, onde muitos chineses utilizavam destas plantas em seu próprio corpo para se poder comprovar a eficiência das plantas diante das enfermidades. (LOPES et al., 2015).

O trabalho com plantas medicinais apresenta-se de várias maneiras, iniciando-se na identificação correta da espécie, coleta adequada, realizando-se assim um pré-tratamento e armazenamento corretos e termina com a preparação e utilização terapêutica, que também devem ser adequados para que os resultados sejam satisfatórios, evitando-se assim resultados inadequados no preparo do medicamento, podendo causar efeitos colaterais. (BOCHNER et al, 2012).

Para Machado (2014) vários fatores têm contribuído para que as plantas medicinais passassem a ser muito utilizada por todo o mundo, podendo destaca o baixo custo, fácil obtenção, poucos efeitos adversos, tradição cultural e preferência por produtos naturais, como também por em algumas localidades a dificuldade do acesso a medicamentos nos serviços de saúde.

Rosa et al. (2012) retrata que pesar do avanço na medicina alopática, a Organização Mundial de Saúde (OMS) reconhece que grande parte da população dos países em desenvolvimento dependa da fitoterapia para sua atenção primária, tendo em vista que 80% desta população recorrem às práticas tradicionais nos seus cuidados básicos de saúde e 85% destes utiliza plantas medicinais

A fitoterapia e o uso de plantas medicinais fazem parte da prática da medicina popular, constituindo um conjunto de saberes internalizados nos diversos usuários e praticantes, especialmente pela tradição oral. Trata-se de uma forma eficaz de atendimento primário a saúde, podendo complementar ao tratamento usualmente empregado para a população de menor renda (BRUNING, 2012).

Os extratos secos também têm sido muito utilizados pela indústria farmacêutica. Dentre os diversos tipos de secadores utilizados para realizar a secagem das diferentes matérias primas, podemos destacar um que vem sendo utilizado ao longo dos anos por alguns pesquisadores que é o secador por atomização (Spray Drying), que mesmo apresentando algumas limitações encontradas para o desenvolvimento dos processos de

secagem, pesquisadores vêm desenvolvendo suas pesquisas utilizando determinado equipamento com diferentes matérias primas, mostrando resultados satisfatórios sobre secagem de extratos vegetais, aumentando-se assim o interesse de desenvolvimento de outros trabalhos nessa área, podendo destacar (MARTINS, 2013 e SILVA et al., 2013).

Mesmo diante de tantos trabalhos desenvolvidos envolvendo-se a secagem de folhas de plantas medicinais, esta pesquisa envolvendo a secagem de erva cidreira é de fundamental importância para o aprofundamento de estudos sobre uma planta bem conhecida, a qual se encontra listada no RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS) e é bastante utilizada pelos brasileiros para amenizar os sintomas de diversas enfermidades, por possuir efeitos analgésico, antiinflamatório e calmante. Outra característica importante é que as plantas utilizadas na grande maioria dos trabalhos são fornecidas por empresas, sendo assim submetidas à pré - processamento. Desenvolvendo com isso um estudo sobre a erva cidreira, buscando identificar cientificamente os benefícios ofertados pela planta mediante conhecimentos popular. Com isso, será realizado um estudo de propriedades e efeitos da erva cidreira, a partir da plantas in natura, preservando a qualidade do produto em termos de compostos bio ativos presentes, estabelecendo assim também as condições ótimas de pré-tratamento da matéria-prima a ser utilizada neste estudo.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo Geral

Obter extrato seco de erva cidreira através da secagem por atomização, verificando a influência da secagem no teor dos compostos bioativos.

2.2. - Objetivos Específicos

- Caracterização físico-química e compostos bioativos de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*);
- Secagem de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) em secador convectivo;
- Secagem de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) em spray drying.
-
-
-

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1- Erva Cidreira (*Lippia alba*)

Pagani e Silva (2016) ressaltam a importância das plantas medicinais para fins fitoterápicos, usadas pela população de várias regiões e culturas no mundo como método paliativo e com fim medicinal para tratamento de diversas doenças.

O uso de plantas faz parte da cultura do povo brasileiro e tem sua base na tradição familiar. O conhecimento empírico era e é passado de geração em geração, sem que de fato haja comprovação da eficácia de propriedades medicinais dessas plantas, porém é fato que hoje testes são realizados com mais eficiência e podem apresentar resultados positivos com relação ao uso de plantas medicinais em diversos tratamentos. (SOUZA et al., 2015)

A *Lippia alba* é uma espécie brasileira da família Verbenácea e, caracterizada como um arbusto de até 1,50 m de altura de ramos finos, esbranquiçados e quebradiços. É plantada e usada em todo Brasil por suas propriedades analgésicas, antiespasmódicas, calmante, sedativa e citostática; seus efeitos terapêuticos já foram comprovados cientificamente (SILVA et al, 2015).

A espécie é aromática, cujo aroma está relacionado aos constituintes predominantes nos óleos essenciais, os quais podem variar qualitativamente e quantitativa, 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).

A espécie é conhecida por vários nomes populares, como erva cidreira, falsa melissa, chá de tabuleiro, erva cidreira do campo, salva do Brasil, salva-limão e erva cidreira brava. Diferentes atividades farmacológicas são atribuídas aos componentes presentes no óleo essencial extraído da espécie tais como atividade analgésica; antitérmica; bactericida; fungicida; anticonvulsivante; anti-inflamatória, e também de efeitos sedativos entre outros. *Lippia alba* ou erva cidreira é uma das espécies medicinais mais utilizadas pela população brasileira (MENEZES, 2012).

3.2 - O Uso de Plantas Medicinais (erva cidreira)

O uso de plantas no tratamento de enfermidades é bastante comum, tanto no meio rural como no urbano, em populações de baixo poder aquisitivo, onde a tradição cultural e os problemas sócio-econômicos dificultam o acesso à medicina convencional. O ser humano vem utilizando as espécies vegetais para aliviar, ou tratar suas enfermidades em todas as culturas. Desde a antiguidade, cada povo, cada grupamento humano no planeta, traz consigo conhecimentos ancestrais sobre plantas medicinais.

Valdir Jr (2008) destacou a erva cidreira para o alívio de diferentes tipos de enfermidade, apresentando efeito analgésico e tranqüilizante, tratando a insônia e a ansiedade.

Camelô 2010, retrata em seu trabalho sobre a *Lippia alba*, citando vários autores que estudaram a planta, onde ele relata que a mesma é uma das espécies medicinais mais utilizadas pela população brasileira, de acordo com a lista publicada pela Central de Medicamentos (CEME).

De acordo com Firmo et al. (2011) a erva cidreira é utilizada com base no conhecimento popular, observando-se a carência do conhecimento científico de suas propriedades farmacológicas e toxicológicas. Esses medicamentos são utilizados por todos os públicos, dependendo do público, tem que se tomar certo cuidado, por exemplo, crianças, gestantes e pessoas com doenças crônicas como, doenças renais entre outras.

Meira et al (2012) retrata a importância da erva cidreira com o seu uso bastante popular devido às suas propriedades em controlar crises nervosas, taquicardia e ansiedade.

Pagani e Silva (2016) em seu trabalho ressalta o uso da erva cidreira no tratamento de ansiedade, utilizado por moradores do município de Urupema Minas Gerais que fazem uso da planta em forma de chás.

Autores têm estudado a erva cidreira e descrito suas atividades biológicas como: (Encalada et al., 2011), atividade anti obesidade, (Conde et al., 2011) mostrou em seu estudo que o extrato alcoólico de erva cidreira foi eficaz em reduzir a intensidade e a frequência da apneia com poucos ou nenhum efeito colateral, sendo constatado por (Carmona et al., 2013), (Blanco et al., 2013), atividade anti espasmódica do extrato alcoólico de erva cidreira, validando seu uso tradicional de tinturas e infusões para o alívio de dores e (Shih et al., 2015), atividade antidepressiva..

Um estudo realizado por Gomes (2014) mostra que o elixir feito a partir de erva cidreira é um fitoterápico dispensado com prescrição médica, existindo uma demanda importante para a CAPES por sua indicação nos quadros de ansiedade.

Sperry (2018) estudou o uso de erva cidreira em pacientes hipertensos, onde mais de 10% dos pacientes participantes da pesquisa faziam uso da erva cidreira no tratamento.

3.3 - Extratos Fitoterápicos

Verrengia et al., (2013) retrata que as plantas medicinais podem desencadear reações adversas pelos seus próprios constituintes, devido a interações com outros medicamentos ou alimentos, ou ainda relacionados a características do paciente (idade, sexo, condições fisiológicas, características genéticas, entre outros). Diagnósticos errôneos, identificação incorreta de espécies de plantas e uso diferente da forma tradicional podem ser perigosos, levando a superdose, a inefetividade terapêutica e reações adversas. Além disso, o uso desses produtos pode comprometer a eficácia de tratamentos convencionais, por reduzir ou potencializar seu efeito.

Oliveira, Cordeiro (2013) afirmam que as plantas medicinais vêm sendo utilizadas por muitos anos para o tratamento de enfermidades, em que o potencial curativo das plantas foi descoberto pelas civilizações primitivas, quando perceberam a existência de plantas de menor toxicidade das quais os animais faziam o uso para a cura de suas afecções, sendo o primeiro relato de uso de plantas medicinais datado em 2.600 a.C. na Mesopotâmia.

Na área farmacêutica, as plantas e os extratos vegetais foram e continuam de grande relevância como fonte de matérias-primas para a produção de medicamentos fitoterápicos (CARDOSO, 2011).

Os extratos líquidos podem ser incorporados na forma farmacêutica final, porém, por apresentarem algumas desvantagens quanto à estabilidade e características organolépticas, o uso de extratos secos como matéria prima na produção de medicamentos fitoterápicos tem sido a opção mais utilizada pela indústria farmacêutica, já que apresentam melhor farmacocinética, maior estabilidade química, físico-química e microbiológica, maior concentração de compostos ativos e maior capacidade de transformação em diferentes tipos de formas farmacêuticas sólidas (OLIVEIRA; PETROVICK, 2010).

De acordo com Alexandre (2008) os extratos vegetais secos são fórmulas farmacêuticas sólidas e, são preparações obtidas pela eliminação total da fase líquida através da operação de secagem em pressão atmosférica ou reduzida, por liofilização ou ainda pela incorporação de solução extrativa em matriz sólida e posterior secagem.

De acordo com Bruning (2012) o uso de plantas com fins medicinais vem de uma população insatisfeita, muitas vezes devido a reações adversas causadas pelos medicamentos; ou ainda da busca por soluções alternativas para as doenças. Com isso, a prática do uso de plantas permanece presente, dentro do crescente uso das terapias não convencionais. Mas, ainda existe uma crença difundida de que o que é natural não faz mal, que as plantas apenas curam o que acaba por direcionar ainda mais ao consumo e à aceitação das terapias alternativas, especialmente da fitoterapia o que ainda é referido pelos mesmos autores

3.4 - Processos de Secagem

A secagem é o processo mais utilizado para assegurar a qualidade e estabilidade de produtos após sua colheita. O principal objetivo 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. Portanto a secagem constitui uma operação fundamental entre as técnicas envolvidas na conservação das qualidades desejáveis de produtos de origem vegetal, colhidos com alto teor de água (BRAGA, 2016).

A secagem consiste na retirada de água de um produto por evaporação, utilizando-se o calor como fonte de aquecimento, decrescendo-se assim a atividade de água, permitindo assim minimizar a deterioração causada pelas reações microbiológicas e enzimáticas (KAJIYAMA & PARK, 2010).

È notório o interesse que a indústria farmacêutica possui pelos extratos secos, uma vez que estes apresentam precisão de dosagem, facilitando o, transporte e armazenagem, além de favorecerem a manutenção da estabilidade química, microbiológica e farmacológica. No Brasil existe cerca de 200.000 espécies vegetais, e segundo alguns autores, pelo menos metade destas espécies pode apresentar alguma atividade terapêutica. As plantas medicinais para uso interno em geral, são utilizadas nas formas de tinturas, xaropes, extratos fluidos e na forma de pós, originados da

própria planta seca e moída, ou obtida como produto da secagem de um extrato. As técnicas de secagem comumente empregadas são a liofilização e o spray drying, (SILVA, 2013).

3.4.1 - Cinética de secagem

A cinética de secagem tem uma importância quando se trata de estudar o comportamento apresentado por um determinado material. A mesma é representada por curvas de secagem e a taxa de secagem. Ressaltando que o comportamento da curva de secagem de um sólido úmido mediante um fluxo de ar a uma determinada temperatura é sempre o mesmo, já a curva da taxa de secagem é obtida derivando-se os dados de umidade em função do tempo de secagem (MOURA et al., 2014).

A cinética de secagem de qualquer tipo de produto alimentício que se pretenda secar, pode ser estudada e descrita através de diferentes modelos matemáticos, modelos estes que são de suma importância para a otimização do processo.

Os modelos matemáticos utilizados para aperfeiçoar o processo de secagem são encontrados facilmente na literatura, modelos estes que descrevem o comportamento da cinética de secagem de produtos agrícolas, os mesmos podem ser classificados como: teóricos, empíricos e semi - empíricos.

Os modelos de Page, Cavalcante & Mata, Midili, e Verma, além de outros modelos têm sido largamente utilizados, em grãos, frutos, como também em diversas espécies de plantas. (SILVA et al., 2015).

O modelo de Page (equação 1) é um modelo empírico, bastante utilizado para expressar as curvas de secagem de vários produtos.

$$RX = \exp(-k \cdot t^n) \quad (1)$$

O modelo de Cavalcante & Mata (Equação 2) é um modelo empírico muito utilizado na determinação das curvas de secagem de produtos agrícolas.

$$RX = a_1 \exp(-bt^{a_2}) + a_3 \exp(bt^{a_4}) + a_5 \quad (2)$$

O modelo de Midilli (Equação 3) assume que a taxa de secagem é proporcional à diferença entre o conteúdo de umidade médio em um determinado tempo, t , e o conteúdo de umidade de equilíbrio do material.

$$RX = a \exp(-kt^n) + bt \quad (3)$$

O modelo de Verma (Equação 4) é também, empregado na secagem de diferentes produtos.

$$RX = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kt) \quad (4)$$

Alguns trabalhos já foram desenvolvidos para avaliar a secagem de diversos tipos de plantas medicinais tais como: Goneli et al., (2014) realizaram um estudo da cinética de secagem de erva baleira; Doymaz (2014) estudou a cinética de folha de louro Silva et al. (2015) estudou a cinética de secagem e difusividade térmica de folhas de genipapo, Souza et al. (2015) estudou a cinética de secagem de folha de juazeiro e Gasparim et al. (2017) que estudou a cinética de secagem das folhas de hortelã.

3.4.2 - Secagem das folhas

Para Zonta et al. (2011) a secagem convectiva vem sendo utilizada como uma alternativa viável para a secagem de diversos tipos de plantas. As folhas são secas até níveis de umidade adequados para permitir seu armazenamento, em vista à manutenção dos princípios ativos. A diminuição da atividade de água é também necessária para a conservação das folhas durante seu armazenamento.

Muitas técnicas vêm sendo exploradas, visando encontrar novas possibilidades tecnológicas para a obtenção de extratos secos para a produção de fitoterápicos. Isso se deve as vantagens apresentadas pelos extratos secos, quando comparados aos extratos fluidos. Os extratos secos encaixam-se com mais facilidade a indústria farmacêutica, tendo em vista a facilidade que os mesmos apresentam na padronização e manuseio, contribuindo para a garantia da homogeneidade de preparações farmacêuticas. Os extratos secos podem ser preparados a partir de uma solução extrativa vegetal, submetidas às técnicas de secagem. As técnicas utilizadas são: a liofilização, a secagem

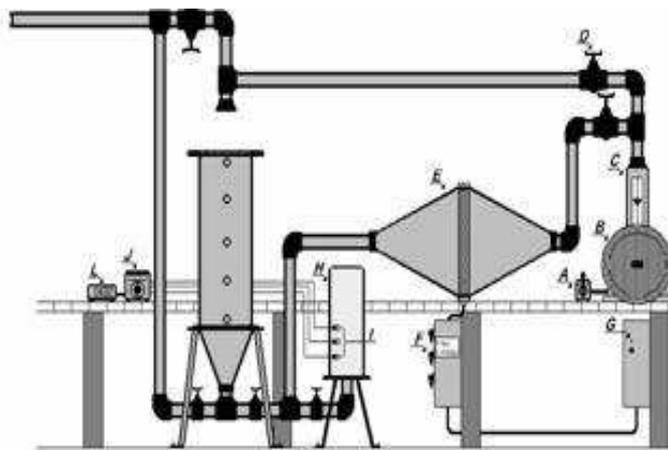
por spray-drying, secagem por nebulização e a secagem em leito de jorro, citadas por trabalhos encontrados na literatura advindos desde 1996, (MARTINS, 2013).

3.4.3 - Secagem em secador convectivo

Os secadores convectivos são muito utilizados para a realização da secagem de diferentes tipos de material, chegando a diminuir o tempo de secagem dos produtos.

Lima (2013) constatou que o uso de vibração vertical na secagem convectiva de leitos fixos de folhas de manjeriço foi uma técnica eficiente para garantir uma secagem homogênea das folhas. Esse tipo de secador pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Esquema do Secador de Leito Fixo



Fonte: Dias et al. (2011)

Outros autores também vêm desenvolvendo seus trabalhos nesses tipos de secadores, podendo destacar Silva et al. (2015) que utilizou o secador para realizar secagem de estudou a cinética de secagem de folhas de jenipapo, Goneli et al. (2014), estudou a cinética de secagem de folhas de erva baleira, Freitas e Ferreira (2014) estudou a cinética de secagem de folhas de eucalipto.

3.4.4 - Secagem por atomização (Spray drying)

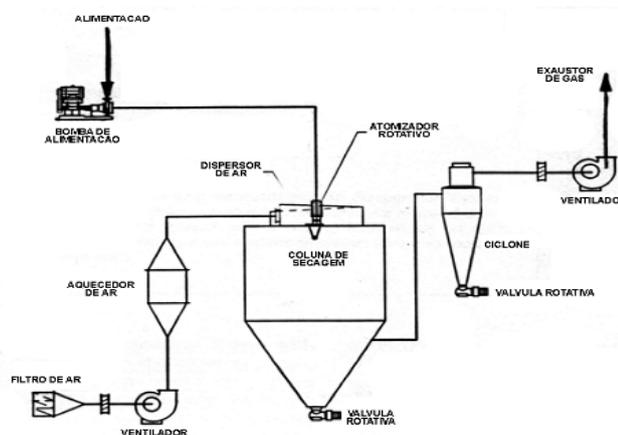
No Brasil encontram - se registrados 512 medicamentos fitoterápicos, dos quais mais de 70% apresentam-se como formas farmacêuticas sólidas (PIMENTEL, 2016).

A matéria-prima para estes produtos é constituída, majoritariamente, por extratos secos, os quais dentre as suas vantagens incluem a maior estabilidade química, físico-química e microbiológica, mais fácil padronização, maior concentração de compostos ativos e mais elevada capacidade de transformação em diferentes tipos de formas farmacêuticas sólidas. Podendo destacar dentre os métodos de secagem a secagem por atomização (spray drying) (SILVA et al., 2015).

Outro campo onde a secagem por atomização tem adquirido destaque recentemente é na microencapsulação de substâncias ativas.

Souza et al. (2016) relata que a secagem por atomização é um processo contínuo, onde um líquido ou pasta é transformado em um produto seco, na forma de pó, caracterizando-se por um tempo de secagem relativamente curto. O processo consiste basicamente na atomização do líquido em um compartimento que recebe um fluxo de ar quente, de modo que a rápida evaporação da água permite manter baixa a temperatura das partículas. Desta forma, esta técnica permite a secagem de produtos sensíveis ao calor (alimentícios, biológicos e farmacêuticos), sem afetar demasiadamente sua qualidade. Podendo observar o secador na Figura 2.

Figura 2 - Esquema de um secador por atomização



Fonte: Tonon . (2009)

A operação de secagem em secador por atomização está baseada em quatro fases: atomização do líquido, contato do líquido atomizado com o ar quente, evaporação da água e separação do produto em pó do ar de secagem, de modo que todas estas fases interferem nas características do pó final. A maneira de atomizar e as propriedades do líquido atomizado influenciam o tamanho da partícula sólida, sua densidade, aparência e umidade. Já o tipo de contato líquido – ar quente e a evaporação influenciam não só

essas características, como também a capacidade de retenção de aroma e sabor, enquanto a técnica de separação do pó do ar seco influencia a granulometria do produto desejado.

3.4.4.1. – Dióxido de silício coloidal (Aerosil)

No processo de secagem são utilizados diversos tipos de adjuvantes, que além de facilitarem a secagem, melhoram as características do produto final. Alguns desses agentes são citados por Vasconcelos (2005) e Silva et al. (2006), destacando-se dentre esses aditivos o amido, ciclodextrina e dióxido de silício coloidal

O uso de adjuvantes tecnológicos influencia de maneira decisiva no aumento do rendimento do processo de secagem, além de contribuir positivamente sobre a recomposição em água do produto (OLIVEIRA & PETROVICK, 2010).

O dióxido de silício coloidal, que apresenta elevada superfície específica e alto poder solvente, tem sido amplamente empregado, apresentando excelentes resultados na obtenção de produtos secos por aspersão a partir de soluções extrativas de diferentes espécies vegetais (SOUZA, 2016).

A influência da concentração de dióxido de silício coloidal foi analisada na secagem de soluções extrativas de *Maytenus ilicifolia Martius ex Reissek*. A adição deste adjuvante a 10% e a 20%, em relação ao teor de sólidos na solução extrativa, causou redução significativa na higroscopicidade dos produtos secos, não ocorrendo formação de aglomerados (SOUZA, 2009).

Extratos secos de cumaru, contendo apenas dióxido de silício coloidal (Aerosil200) como adjuvante de secagem apresentou ótimos resultados com relação a auxiliar na secagem de extrato de cumaru, possibilitando maior uniformidade e estabilidade para o extrato seco. (MARTINS, 2013).

A influência dos parâmetros temperatura de entrada e concentração de dióxido de silício coloidal (Aerosil 200) sobre as características de produtos secos por aspersão foi investigada por Vasconcelos (2005). Tais produtos foram produzidos a partir de extratos etanólicos de *Schinus terebinthifolius Raddi*, utilizada popularmente devido às atividades antimicrobiana, cicatrizante e antiinflamatória (VASCONCELOS, 2005).

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

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). **Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy** 18(13): 436-440, jul./set. 2008.

ALEXANDRE, R F. et al. Interações entre fármacos e medicamentos fitoterápicos à base de ginkgo ou ginseng. **Revista Brasileira de Farmacognosia. Brazilian Journal of Pharmacognosy** 18(1): 117-126, Jan./Mar. 2008

BLANCO, M. A; COLAREDA, G. A; VANBAREN, C; BANDOXI, A. L; RINGUELET, J.; CONSOLIXI, A.E. Antispasmodic effects and composition of the essential oils from two south american phenotypes of *Lippia alba*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 149, 2013. 6p.

BOCHINER, R; FISZON, J. T; ASSIS, M. A; AVELAR, K. E. S. Problemas associados ao uso de plantas medicinais comercializadas no mercado de Madureira, município do Rio de Janeiro, Brasil. **Ver. Brasileira de Botucatu**, v.14, n.3. 2012. 10p.

BRAGA, C. M.. Qualidade da folha de curcuma longa L. desidratada obtida com diferentes métodos de secagem. **Dissertação**. Ciência e tecnologia de alimentos. Universidade federal de Goiás. Goiânia, 2016. 106p.

BRUNING, M. C. R; MOSEGUI, G. B.G; VIANNA, C. M. M. A utilização da fitoterapia e de plantas medicinais em unidades básicas de saúde nos municípios de Cascavel e Foz do Iguaçu – Paraná: a visão dos profissionais de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, 17(10):2675-2685, 2012

CAMELÔ , L. C. A. Caracterização de germoplasma e sazonalidade em erva-cidreira-brasileira [*lippia alba* (mill.) N. E. Br.]. **Dissertação**. Universidade de Sergipe. São Cristóvão 2010. 80p.

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

CARMONA, F. A. B; ANGELUCCTS, M. A; SALES, T. M; CHARAETI, F. B; HONORATO, A. B; RANDALL, V; BIANCHI, A. P. *Lippia Alba* (Mill) N. E. Brown hydroethanolic extract of the leaves is effective in the treatment of migraine in women. **Phytomedicine**, v.20, 2014. 3p.

CONDE, R.; CORREA, V. V. S.C.; CARMONA, F.; CONTINI, S. H. T.; PEREIRA, A. M. S. Chemical composition and therapeutic effects of *lippia Alba* (Mill) N. E. Brown Leaves hydro-alcoholic extract in patients with migraine. **Phytomedicine**, v.18. 2011. 4p

DIAS, P. A. L; SOUZA, P. S; ALSINA, O. L. S. Efeito da temperatura de secagem sobre o rendimento na extração de taninos totais e óleos essenciais de hortelã (*Mentha X Vilosa*). **Revista Brasileira de Farmácia**, v.93. 2012. 7p.

DOYMAZ, I. Thin-Layer Drying of bay laurel leaves (*Laurus nobilis L.*) **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, n. 1, 2014. 7p.

ENCALADA, M. A; HOYOR, K. M; REHECHO, S; BERASATEGE, I.; CIRIANO, M. G; ANSORENA, D; ASTIASARAN, L; NAVARRO -BLASCO,I.; CARVERO, R. Y; CALVO, M. I.;Anti-proliferative effect of *Melissa officinalis* on human colon cancer cell line. **Plant foods for human nutrition**. V.66, 2011. 6p

FIRMO, W.C.A; MENEZES, V. J. M; PASSOS, C. E. C; DIAS, C. N; ALVES, L. P. L; NETO, M. S; OLEA, R. S. G. Determinação de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de *Lafoensia pacari* (Lythraceae). **Revista eletrônica de farmácia**. V. XII (1), 1-10. 2011.

FREITAS, J. V; FERREIRA, M. C. Secagem de folhas de eucalipto (*Corymbia citrodora*) em secador tipo cesto rotativo **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis/Sc. 2014.

GASPARIN, P. P; CHIST, D; COELHO, S. R. M. Secagem de folhas *Mentha piperita* em leito fixo utilizando diferentes temperaturas em velocidades de ar. **Ver. Ciências agornômicas**. V. 48, n. 2. 2017, 8p.

GOMES, V. B. Acompanhamento do uso de elixir de *Lippia alba* (Mill). *N. E > Brow (erva- cidreia) como ansiolítico na atenção psicossocial.Tese (Doutorado em saúde coletiva). Centro de Ciências da Saúde. Uiversidade Estadual do Ceará. Fortaleza - CE. 2014.*

GONELLI, A. L. D; NASU, A. K; GANCEDO, R; ARAUJO, W. D; SANATH, K. L. L. **Cinética de secagem de folhas de erva baleeira (*Cordia verbenacea DC.*)** Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.16, n.2, supl. I, p.434-443, 2014.

JUNIOR, VALDIR. FLORENCIO DAS VEIGAS. Estudo do consumo de plantas medicinais na região centro-norte do estado do Rio de Janeiro: aceirtaç~cao pelos profissionais de saúde e modo de uso pela população. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 18(2). 2008. 5p.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. **Influência do tamanho da gota e do teor de água final no tempo de secagem em secador atomizador**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 29-36, 2010.

LIMA, R. A. B. **Análise da secagem convectiva de folhas de manjeriçãõ**. 169 f. Tese (Doutorado), PPG-EQ, UFSCar, São Carlos, 2013.

LOPES, M. A; NOGUEIRA, I. S; OBICI, S; ALBIERO, A. L. M. Estudo das plantas medicinais utilizadas pelos pacientes atendidos no programa “Estratégia Saúde da Família” em Maringá/PR/Brasil. **Ver. Bras. Pl Med.**, Campinas, v.17, n.4, 2015. 4p.

MACHADO, J. C. B. Secagem por aspersão de extrato de *Spondias mombin*. **XI Simpósio Brasileiro de Farmacognosia e XVI Simpósio Latinoamericano de Farmacobotânica**. Curitiba. 2017.

MARTINS, J. B. Obtenção de extrato seco de cumaru pelo processo de secagem em leito de jorro **Dissertação**. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2013 126p.

MEIRA, M. R; MARTINS, E. R; MANGANOTTI, S. A. Crescimento de fitomassa e teor de óleo essencial de (*Melissa officinalis L*) sob diferentes níveis de medicamentos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n.2, 2012. 5p.

MENEZES, C. P. **Atividade Antifúngica in vitro do óleo essencial de melissa officinalis L. (Erva – Cidreira) sobre cladospodium carrionii**. Dissertação. Universidade federal da Paraíba. João Pessoa – PB. 2012. 124p.

MOURA, B. D; MORAIS FILHO, S. C.; OLIVEIRA, E. L.; OLIVEIRA, J. A. Estudo da secagem do bagaço de maracujá em secador rotatório: Aplicação de modelos semiempíricos. **Revista Verde** (Mossoró – RN - Brasil),v. 9, n.1, p.50-58, jan-mar, 2014.

OLIVEIRA, I. C.; CORDEIRO, P. B. M. H. Os Fitoterápicos como Coadjuvantes no Tratamento da Obesidade. **Revista Cadernos UNIFOA**. Ano VIII, Volta Redonda, p.97-106, 2013.

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

PAGANI, C.A; SILVA, B. F Uso popular de plantas medicinais no tratamento da ansiedade.universidade Do Planalto Catarinense - **UNIPLAC**. 2016. 17p

PIMENTEL, V. D. Secagem do extrato hidroalcoólico de *Anadenanthera colubrina* por spray drying. *Revista meio Norte de medicina laboratorial*, v. 2, n. 1. 2016.

ROSA, R. L; TSUKADA,M; FREITAS,L .A .P. Investigação do uso de plantas medicinais no tratamento de indivíduos com diabetes melito na cidade de Herval D' Oeste – SC. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, v.14, n.1, p.50-56, 2012

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. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 17, n. 4. 2015. 10p.

SILVA, M. I.G; GONDIM, A. P. S.; SOUSA, F. C. F.. **Utilização de fitoterápicos nas unidades básicas de atenção à saúde da família no município de Maracanaú (CE)**. *RevBrasFarmacogn* 16: 455-462, 2006.

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). **Rer. Bras. Pl. Med.** Campinas, v. 15, n.4. 2013 9p.

SHISHI, H. L; MEI, L.; WEI, C.; YI, S.; KUAN, H.; CHERNG,W.; LEE, Y. A medicinal herb. *Melissa officinalis* L. ameliorates depressive - like behavior of rats in the forced swimming test via regulating the serotonergic neuro transmitter. **Journal of ethnopharmacology**, v. 175, 2015. 6p

SOUZA, A. V; FERNANDO, 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**. 2016.

SOUZA, F. C. MARTINS, J. J. A; ROCHA, A. P. T; GOMES, J. P; PESSOA, T; MARTINS, J. N. Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de Ziziphus Joazeiro Mat. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v. 17, n. 2. P. 195-2015.

SPERRY, A; RATES, S; LEAL, S; CASTRO, M. Estudo exploratório sobre a utilização de plantas medicinais em pacientes ambulatoriais hipertensos. **XXIV Simpósio de Plantas medicinais do Brasil**. 2018.

TONON, R. V. **Secagem por atomização do suco de açaí: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto**. Tese. Universidade federal de campinas. Campinas 2009. 221p.

VASCONCELOS, E. A. F; Medeiros, M. G. F; RAFFIN, F. N; Moura, T. F. A. L. **Influência da temperatura de secagem e da nas características da concentração de Aerosil® 200**. 2005

VERRENGIA, E. C.; KINOSHITA, S. A. T.; AMADEI, J. L. Medicamentos Fitoterápicos no Tratamento da Obesidade. **Revista UNICIÊNCIAS**, v. 17, n. 1, P. 53-58, Dez. 2013.

ZONTA, J. B; ARAUJO, E. F; ARAUJO, F. R; DIAS, L. A. S. Diferentes tipos de secagem: efeitos na qualidade fisiológica de sementes de pinhão manso. **Revista Brasileira de sementes**, v. 33, n.4, 2011. 10p.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSTOS BIOATIVOS DE FOLHAS DE ERVA CIDREIRA (*LIPPIA ALBA*)

RESUMO: As plantas medicinais são bastante usadas pela população muitas vezes como a única alternativa viável para o tratamento de doenças ou manutenção da saúde. Objetivou-se neste estudo avaliar os compostos presentes nas folhas de erva cidreira (*lippia alba*) in natura. As folhas foram submetidas a caracterizações física, físico-químicas e quantificação dos compostos bioativos presentes. Os resultados mostraram que as folhas da erva cidreira (*Lippia Alba*) apresentam compostos e propriedades que permitem a utilização da mesma pela população para o tratamento de doenças e cura de suas enfermidades.

Palavras chave: fitoterapia, plantas medicinais, *Lippia*

Physical-chemical characterization and bioactive compounds of leaves of lemongrass (*Lippia alba*)

ABSTRACT: Medicinal plants are widely used by the population often as the only viable alternative for treating diseases or maintaining health. The objective of this study was to evaluate the compounds present in leaves of lemon grass (*Lippia alba*) in natura. The leaves were submitted to physical, physicochemical and quantification characterization of the bioactive compounds present. The results showed that the leaves of the lemongrass (*Lippia alba*) present compounds and properties that allow the use of the same by the population for the treatment of diseases and cure of their diseases.

Key words: phytotherapy, medicinal plants, *Lippia*

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil é possuidor de uma rica biodiversidade compostas por vários biomas e ecossistemas, e oferece uma rica tradição no uso das plantas com potencial bioativo (FERREIRA et al, 2016). Dentre estas plantas está a *Lippia alba* (Verbenaceae) que é um arbusto rústico brasileiro, amplamente encontrado em toda a América do Sul e Central, e vem sendo usada principalmente como tempero, bebidas, infusões para tratamento de distúrbios digestivos, para aliviar a dor da vesícula, distúrbios respiratórios, como sedativo e anti-hipertensivo (GOMES et al, 2019).

Segundo Santos et al. (2018) a *Lippia alba* é popularmente conhecida como alecrim, alecrim do mato, alecrim do campo, camará, capitão do mato, cidrão, cidreira, cidreira brava, capim cidreira, cidreira crespa, cidreira falsa, cidreira melissa, erva cidreira, erva cidreira do campo, erva-cidreira brasileira, falsa melissa, salva do Brasil, salva limão, entre outras denominações.

De acordo com Teixeira de Oliveira et al. (2018) os estudos sobre a composição fitoquímica da erva cidreira está relacionada principalmente aos constituintes voláteis de seu óleo essencial porém outras substâncias não voláteis como taninos e flavonóides, também foram identificadas em folhas e outros órgãos aéreos.

Este gênero possui sendo muitas espécies sendo empregadas na medicina tradicional no tratamento de inúmeras doenças. Muitas têm sido investigadas sob o ponto de vista farmacológico, revelando importantes propriedades (OLIVEIRA et al, 2018).

Na indústria alimentícia são utilizadas como conservantes naturais, podendo ainda eliminar células microbianas viáveis em superfícies de alimentos sólidos como carne, além de ser útil para higienização de bancadas, equipamentos e utensílios (COSTA et al, 2017).

Bandeira et al. (2016) avaliaram o potencial antibacteriano de antibióticos e preparações protéicas obtidas de erva cidreira em *Staphylococcus* spp. provenientes de alimentos de origem animal, e os resultados indicaram sua relevante atividade antibacteriana, principalmente em cepas multirresistentes, indicando que esta erva pode ser de grande importância para a indústria de alimentos, sendo um potencial conservante natural para alimentos.

Diante o exposto, o trabalho tem por objetivo caracterizar as folhas in natura da erva cidreira (*Lippia alba*), quantificando os compostos bioativos presentes. O aprofundamento de estudos a cerca da planta é de grande importância para gerar informações relevantes quanto à planta estudada.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Material vegetal

As folhas da erva cidreira in natura foram adquiridas no Horto da Universidade Estadual da Paraíba na cidade de Campina Grande, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário ACAIL Manoel Arruda Câmara, sob número de tombo 1877. As folhas foram coletadas e colocadas em sacos plásticos, acondicionadas em geladeira para logo em seguida serem utilizadas.

As folhas foram selecionadas, sanitizadas com água clorada a 50 ppm por 20 minutos em seguida levadas para remoção da solução sanitizante, drenada e triturada em liquidificador convencional para se obter grânulos e assim iniciar a caracterização física, química, físico-química e compostos bioativos.

2.2. Caracterização física e físico-química da folha in natura de erva cidreira (*Lippia alba*)

As folhas de erva cidreira foram caracterizadas de acordo com Zenebon et al. (2008) para acidez titulável, teor de água e cinzas. A determinação do pH foi realizada por leitura direta em um pHmetro digital Quimis AAKER. A atividade de água foi medida em um aparelho de determinação de atividade de água Aqualab da Decagon Devices a 25°C.

Perfil colorimétrico

As medidas do parâmetro cor e luminosidade foram realizadas utilizando colorímetro marca Mini Scan Hunter (Lab XE), operando-se no sistema Hunter sendo L (L*, a* e b*). Sendo L* a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco); a* a intensidade da cor vermelha, que varia de verde (-60) a vermelho (+60); e b* a intensidade da cor amarela, que varia de azul (-60) a amarelo (+60), anotando-se os valores médios de L, a e b, segundo a metodologia de Altamirano - Fortoul, Rossel (2011).

Toxicidade

Os ensaios de toxicidade foram realizados utilizando o método do bioensaio composto de *Artemia*, segundo metodologia de Meyer et al. (1982). Foram considerados válidos os testes que apresentaram uma mortalidade igual ou inferior a 10%. Os resultados de mortalidade foram submetidos a tratamento estatístico utilizando o PROBIT, a qual se deu o valor da DL50.

2.3. Caracterização dos compostos bioativos das folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) in natura

As determinações de clorofila, carotenóides, flavonóides e taninos foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias a seguir:

Clorofila e carotenóide

Os teores de Clorofila e carotenóides foram estimados como descrito por Lichtenthaler (1987). Foi utilizado 0,3 g da matéria prima, macerado com 4,5 ml de acetona a 80% acrescida de 0,3g de carbonato de cálcio, completando-se o volume para 7,5. O extrato foi vertido para um tubo de ensaio e levado a uma centrifuga climatizada a 10 °C com rotação de 300 rpm por 10 minutos, o sobrenadante foi coletado e realizado leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

Flavonóides totais

A concentração de flavonóides presentes nas folhas foi determinada de acordo com a metodologia de Francis (1992). Inicialmente foi feito um extrato utilizando 1 grama de amostra foi misturada a 10 ml da solução de etanol e ácido clorídrico (85:15), macerado por 1 minuto, completando o volume para 25 ml, vertidos para volumétricos de 25 ml e deixados em repouso na geladeira por 24 horas. O sobrenadante foi filtrado algodão e levados para realizar a leitura em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 374 nm.

Taninos totais

A determinação da concentração de taninos foi determinada segundo metodologia de Godstein e Swain (1963) por espectrofotometria utilizando o ácido tânico como padrão. Foram adicionados 270 µL do extrato (diluído para obter valores

de absorvância incluídos na faixa de linearidade) e 125 μL de reagente Folin cioucateau. Após 5 min, adicionou-se 250 μL de uma solução aquosa de carbonato de sódio e incubados em banho Maria a 40°C por 30 minutos. Após esse tempo as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765nm. Onde 20 gramas de carbonato de sódio foram pesados e diluídos em água, completando-se o volume para 100 ml. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido tânico por g de amostra.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Caracterização física e físico-química das folhas de erva cidreira in natura

Na Tabela 1.1 são apresentados os valores médios de acidez, pH, teor de água, atividade de água, cinzas, cor e toxicidade.

Tabela 1.1 - Parâmetros químicos e físicos - químicos da erva cidreira (*Lippia alba*)

Análises	Folhas in natura
Acidez	0,31 ± 0,06
pH	8,97 ± 0,02
Teor de Água	79,83 ± 0,03
A_w	0,99 ± 0,00
Cinzas	2,04 ± 0,03
Cor	
a*	-5,0 ± 0,09
b*	18,11 ± 0,24
L*	7,25 ± 0,09
Toxicidade DL50	2.195,93

Aw (atividade de água); a* (intensidade de vermelho/verde); b* (intensidade de vermelho/amarelo); L* (Luminosidade). Parâmetros de cor CIElab; * média da triplicata (± desvio padrão); ± (limite inferior 168,64 e limite superior 937,65)

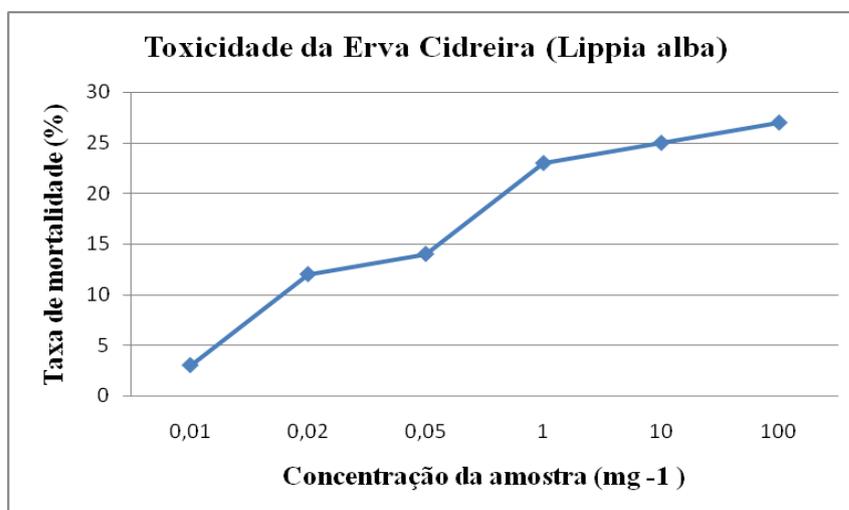
No processo de quantificação das amostras pode-se observar que a acidez foi de 0,3% validando um pH de 8,97, mostrando que a planta possui baixa acidez. Lins et al 2015 em seu trabalho analisou as folhas de capim limão e erva cidreira, encontrando valores de 0,3 e 0,1 para acidez de ambos e pH de 5,81 e 7,20. Esses resultados mostram que os valores foram bem parecidos com relação à acidez e com relação ao pH o valor do estudo em questão foi superior.

Com relação ao teor de água e a cor das amostras, Reis et al. (2012) em seu trabalho com secagem de folhas de manjeriço encontrou valores de Teor de água de 82,7%, luminosidade de 29,4 e a* (intensidade de vermelho/verde) de -2,88. Os valores da erva cidreira mostram através do valor de a* -5,0 a presença forte da cor verde na folha, destacando com isso uma grande quantidade de clorofila, como também um valor

mais alto de teor de água, mostrando através do valor de 79,3 que a folha de erva cidreira apresenta uma alta quantidade de água.

Em relação à quantidade de cinzas, observa-se um valor de 2,04%. Mostrando uma diminuição no valor quando se comparado com o trabalho de Cardoso (2016) que estudou a erva cidreira em pó obtendo um valor de 3,7%. Esse alto valor pode estar interligado a quantidade de areia presente. A Figura 1.1 apresenta a toxicidade das folhas de erva cidreira (*Lippia alba*).

Figura 1.1 - Porcentagem de náuplios de *Artemia Salinas* mortos em relação ao aumento da concentração de erva cidreira (*Lippia alba*).



Observou-se na Figura 1.1 uma baixa mortalidade de náuplios de Artemias, apresentando uma DL50 de 2.195,93 ppm (Tabela 1.1), sendo considerada não tóxica. Em estudo realizado por Pereira et al. (2015) relacionado a toxicidade de plantas condimentares, sendo observadas dentre elas o endro e a erva doce que também são plantas medicinais, observou-se baixa toxicidade para ambos, com DL50 de 428 ppm para o endro e 2.624 ppm para a erva doce. Dentre esses resultados observa-se que a erva cidreira apresentou valor mais alto que o endro e mais baixo que a erva doce.

Nguta et al. (2011) estudou a toxicidade de extratos de plantas, mostrando que extratos com DL50 menores que $100 \mu\text{g mL}^{-1}$ apresentam alta toxicidade, DL50 entre 100 e $500 \mu\text{g mL}^{-1}$ apresentam toxicidade moderada, DL50 entre de 500 e $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ apresentam fraca toxicidade e DL50 acima de $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ são considerados atóxicos (não tóxicos). Diante disso, observa-se que a erva cidreira apresenta fraca toxicidade.

3.2 - Quantificação dos compostos bioativos das folhas de erva cidreira in natura

Os compostos bioativos são substâncias presentes nas matérias primas responsáveis por fortalecer o vegetal como medicinal. Na tabela 1.2 são apresentados os valores de Flavonóides, Clorofila, Carotenóide e Taninos presentes nas folhas in natura.

Tabela 1.2 - Compostos bio ativos da folha de erva cidreira in natura.

Análises	Folhas da erva cidreira (<i>lippia alba</i>)
Flavonóides (mg.100g ⁻¹)	28,72
Clorofila a (mg.100g ⁻¹)	1,90
Clorofila b (mg.100g ⁻¹)	1,12
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	25,63
Carotenóide (mg.100g ⁻¹)	110,14
Taninos	1,42

Observando-se a Tabela 1.2 percebe-se que as folhas da planta apresentam baixas de clorofila a e clorofila b, se mostrando uma alta quantidade de clorofila total, apresenta também uma quantidade significativa de carotenóides e baixa quantidade de taninos.

Lins et al. (2015) reportou valores de flavonóides de 14,08 mg.100g para a erva cidreira e 7,17 mg.100g para o capim cidreira, valores estes inferiores ao do estudo em questão que foi de 28 mg.100g.

Os flavonóides são os responsáveis por refletir o brilho do azul, vermelho, amarelo e laranja nas flores, folhas e frutos, possuindo ação antiinflamatória, como no controle da esteatose hepática (cirrose), nas infecções intestinais e no auxílio a cicatrização da pele. (Ferreira, et al. 2014). Neste caso a espécie estudada se relaciona muito bem com a colocação quando em se tratado da utilização populacional para tais enfermidades, isso se dá devido ao alto valor de flavonóides presentes.

Lins et al. (2015) em seu trabalho com folhas de erva cidreira (*Melissa officinales*) e Capim Cidreira (*Cytopogon citrato*), encontraram valores de clorofila a de 3,68 e 4,17 mg.100g⁻¹, valores esses maiores que o encontrado, isso pode estar direcionado ao período de colheita, como também a espécie estudada. Para a clorofila b o valor encontrado de 1,12 foi maior que o encontrado pelos autores que foi de 0,18 mg.100g⁻¹ para a erva cidreira e menor do que o capim cidreira que foi de 1,38 mg.100g⁻¹. Para a clorofila total o Valor encontrado foi bem superior aos encontrados

pelos autores para as duas espécies estudadas que foram de 4,52 mg.100g⁻¹ para a erva cidreira e 5,22 mg.100g⁻¹ para o capim cidreira. Mostrando com isso que a espécie estudada nesse trabalho apresenta uma alta quantidade de clorofila total. Entretanto Oliveira (2016) estudando o teor de clorofila total em folhas de Oliveira reportou valor de 4,04 mg.100g⁻¹, valores baixos se comparados com o valor encontrado nas análises para a espécie aqui estudada. Jacques et al. (2017), encontrou valores de clorofila a de 6,46 mg.100g, clorofila b 5,405 mg.100g e clorofila total de 11,881 mg.100g em folhas frescas de Oliveira (*Olea européia L.*), valores esses mais altos que a espécie estudada para clorofila a e b e menor para clorofila total. Segundo o autor, esses valores podem estar ligados as diferentes épocas em que acontecem as colheitas das plantas medicinais.

Segundo Marenco & Lopes (2011) as clorofilas estão presentes nas membranas dos cloroplastos e possuem um importante papel no processo fotossintético, um importante captador de energia fotossintético e os carotenóides usados como acessórios nessa captação de energia. Sistema esse muito importante para o crescimento e adaptação das plantas ao meio. Por isso que a erva cidreira apresenta um alto crescimento e se adapta em diversos tipos de ambientes.

Em se tratando de carotenóides, os autores Rêgo Júnior et al. (2011); Lins et al. (2015); Oliveira et al. (2016) e Jacques et al. (2017), encontraram valores de carotenóides em plantas medicinais bem inferiores ao valor encontrado para a espécie estudada. Valor este que pode estar relacionado à alta quantidade de clorofila total, tendo em vista que os carotenóides são responsáveis por auxiliar no processo de fotossíntese.

Em se tratando da concentração de taninos presentes nas folhas de erva cidreira (*Lippia alba*)

Os valores reportados para a espécie estudada mostram a importância da mesma quanto à utilização populacional em relação às enfermidades.

Para a quantificação de taninos, as folhas apresentaram certa quantidade do bio ativo. Reis et al (2017) encontrou valores de taninos totais em folhas de *Sterculita Striata* (Chichã) de 5,26 mg. 100g. Valor este mais alto que o encontrado neste trabalho. Neste caso a adstringência da folha de *Chichã* é mais alta que a da *Lippia Alba*.

4- CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que as folhas da erva cidreira (*Lippia Alba*) apresentaram resultados significativos para todas as análises realizadas, em especial para a quantificação de bioativos presentes. Mostrando que a planta é considerada uma planta medicinal e muito usada pela população.

Diante as análises pode-se aprofundar a pesquisa relacionada a esta planta que é tão utilizada pela população, estando presente na relação de plantas aceitas pelo SUS.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAMIRANO-FORTOUL, R; ROSSELL, C. M. Physico chemical changes in breads from bake off technologies during storage. **Food Science and technology**. v. 44, p. 631-636, 2011.

BANDEIRA, M. G. L., REBOUÇAS, G. G., DE OLIVEIRA FILHO, R. D., ABRANTES, M. R., DA SILVA, M. D. C., & DA SILVA, J. B. A. Perfil de sensibilidade de *Staphylococcus* spp. isolados de alimentos de origem animal ao extrato bruto e a fração proteica obtida de *Lippia alba* (Mill.) NE Brown. **Brazilian Journal of Veterinary Medicine**, v. 38, n. 2, p.163-167, 2016.

CARDOSO, R. S. Desenvolvimento de técnicas farmacêuticas para a obtenção da droga vegetal a partir das folhas da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill.) N.E. Brown) químio tipo II. **Dissertação de mestrado** - Universidade Federal do Ceará . Fortaleza - CE. 62pg, 2016.

COSTA, P. S., SOUZA, E. B., BRITO, E. H. S., & FONTENELLE, R. O. S. Atividade antimicrobiana e potencial terapêutico do gênero *Lippia* sensu lato (Verbenaceae). **Hoehnea**, v. 44, p. 158-171, 2017

FERREIRA, E; OLIVEIRA, R. F; C ARVALHO, V. F. Flavonóides: um potente agente terapêutico. **Fisa/Funcesi**, 2014.

FERREIRA, P. I., GOMES, J. P., STEDILLE, L. I., DA COSTA BORTOLUZZI, R. L., & MANTOVANI, A. Potencial terapêutico de espécies arbóreas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 1, p. 21-32, 2016.

FRANCIS, F. J. Análises of anthocianins. In: Markakis, P. (Ed). Anthocyanins as food colors. **New York: Academic**, p. 181-207, 1992.

GOLDSTEIN, J. L.; SWAIN, T. Changes in tannis in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, n. 4, p. 371-383, 1963.

GOMES, A. F., ALMEIDA, M. P., LEITE, M. F., SCHWAIGER, S., STUPPNER, H., HALABALAKI, M., & DAVID, J. M. Seasonal variation in the chemical composition of two chemotypes of *Lippia alba*. **Food chemistry**, v. 273, p. 186-193, 2019.

JACQUES, A. C; ANTUNES, B. F; SANT, L. G. Determinação de Carotenóides e Clorofilas em farinha de folhas de Oliveira (*Olea europaea L.*) obtida por liofilização. **Congrega - Urcamp**. 2017.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls e carotenoides pigments of photosynthetic biomembranes: in Racker, L; Douce. R (eds) **Methods in enzymologi**, London, v.148, p. 350 -382, 1987.

LINS, A. D. F; OLIVEIRA, M. N; FERNANDES, V.O; TRINDADE, A. P. T; SOUSA, F. C; MARTINS, A. N. A; NUNES, E. N. Quantificação de Compsotos

Bioativos em Erva Cidreira (*Melissa officinalis* L.) e Capim Cidreira [*Cymbopogon Citratus* (DS) stpf.]. **Gaia Scientia**. v.9, n. 1, pg. 17-21. 2015.

MARENCO, R.A & LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 486p., 2011.

MEYER, B. N. et al. Brine Shrimp: A conveniente general bioassay for active plant constituents. **Journal of medical plant research**, v. 45, n. 1, p. 31-34, 1982.

NGUTA, J. M; MBARIA, J. M; GAKUYA, D. W; GATHUMBI, P. R; KABASA, J. D; KIAMA, S.G. Biological Screening of Kenyan Medicinal Plants using Artemia Salina L. (*ATERMIIDAE*). **Pharmacology online**, v. 2, p. 458 – 478, 2011.

OLIVEIRA, F. M; ANTUNES, B. F; JACQUES, A. C; ZAMBLIAZI, R. C. Teor de Clorofila em folhas de oliveira cultivada na região da Campanha gaucha. **15ª Mostra da Produção Universitária- MPU**. Rio Grande do Sul/RS, Brasil. 2016.

OLIVEIRA, T. B., SOUZA, J. S., GOMES-FILHO, I. S., MOURA, D., PEREIRA-FILHO, J. N., & TRINDADE, S. C. The Use of Lippia in the Treatment of Periodontal Diseases. **Journal of Dentistry & Public Health**, v. 9, n. 3, p. 227-237, 2018.

PEREIRA, E. M; FILHO MANOEL, T. L; MENDES, F. A; MATEUS, A. N. A; ROCHA, A. P. T. Potencial toxicológica frente Artemia Salina em plantas condimentares comercializadas no município de Campina Grande - PB. **Revista verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável** - Pombal - PB. v. 10, n.1, p. 52-56, 2015.

REIS, M .I .G. (UFPI); SILVA, S. S. F. (UFPI); SOUSA, P. F.P. (UFPI); SANTANA, J. S. (UFPI); OSAJIMA, J. A. (UFPI); FURTINI, M. B. (UFPI); SOUZA, J. S. N. (UFPI). Quantificação de taninos totais das cascas do fruto e folhas de sterculia striata (chichá) coletadas no município de bom Jesus-Pi. **57º Congresso Brasileiro de Química**. Rio Grande do Sul. 2017.

REIS, R. C; DEVILLA, I.Ç A; ASCHERI, D. P. R; SERVULO, A. C.O; SOUZA, A. B.M. Cinética de Secagem de folhas de Manjeriçao (*Ocimum basilicum* L.) via infravermelho. **Agricambi**. v.16, n.12, p. 1346-1352, Campina Grande. 2012.

REGO JUNIOR, N. O; FERNANDEZ, L. G; CASTRO, R. D; SILVA, L. C; GUALBERTO, S.A; PEREIRA, M. L. A; SILVA, M. V. Composto Bioativos e atividade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Brazilian Journal of Food technology**. Campinas, p 50-57, 2011.

SANTOS, A. P. G., DE OLIVEIRA, A. S., & DE OLIVEIRA, V. J. D. S. Uso e eficácia da erva cidreira, um comparativo entre conhecimento científico e senso comum: metassíntese. **Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 14, n. 2, 2018.

TEIXEIRA DE OLIVEIRA, G., SIQUEIRA FERREIRA, J. M., LIMA, W. G., FERREIRA ALVES, L., DUARTE-ALMEIDA, J. M., & ALVES RODRIGUES DOS SANTOS LIMA, L. Phytochemical characterisation and bioprospection for antibacterial

and antioxidant activities of *Lippia alba* Brown ex Britton & Wilson (Verbenaceae). **Natural product research**, v. 32, n. 6, p. 723-731, 2018.

ZENEBON, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). Procedimentos e determinações gerais. Em: ZENEBON, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físicos-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

CAPITULO II

SECAGEM DE FOLHAS DE ERVA CIDREIRA (*Lippiaalba*) EM SECADOR CONVECTIVO

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar experimentalmente a cinética de secagem de folhas de erva cidreira (*Lippiaalba*) em secador convectivos nas temperaturas de 40, 55 e 70°C, com velocidades de ar de secagem de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s conforme delineamento experimental (DOE) na forma fatorial $2^2 + 3$ experimentos no ponto central, totalizando 7 ensaios de secagem, com posterior ajustes aos modelos matemáticos experimentais, verificando assim dentre os 4 modelos ajustados o que melhor representa o fenômeno de secagem que foi realizado através da magnitude do coeficiente de determinação (R^2), do desvio quadrado médio (DQM). Após realização dos ensaios de secagem por meio do planejamento experimental, foi observado com auxílio da Análise de variância (ANOVA), o pó que apresentou melhores condições, onde no mesmo foram realizadas em triplicata, as seguintes análises: teor de água, atividade de água, cinzas, molhabilidade, higroscopicidade, solubilidade, massa específica, massa específica de compactação, fator de Hausner, índice de compressibilidade, cor, flavonoides, clorofilas a, b e total, carotenoides e taninos. Após os ensaios de secagem, concluiu-se que o modelo de Midilliet al. (2002) foi o que melhor se ajustou e que dentre os sete ensaios do planejamento, o melhorfoi o ensaio 2 com temperatura de 40 °C e velocidade de 2,0 m/s. Ressaltando o planejamento experimental, observou-se que dentre as variáveis dependentes analisadas, apenas o rendimento se ajustou ao modelo, tornando-se assim, a variável utilizada para escolha do melhor ensaio de secagem para realização da caracterização. A cor das amostras mudou de acordo com a temperatura utilizada, o pó obtido é bastante solúvel, pouco higroscópico e bastante fino quanto à granulometria. A secagem se mostrou eficiente no processo de concentrar alguns bioativos presentes.

Palavras Chave: Compostos bioativos, granulometria, modelos matemáticos.

DRYING OF LEAVES CIDREIRA (*Lippia alba*) IN CONVECTIVE DRYER

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the kinetics of drying of leaves of lemon grass (*Lippia alba*) in convective driers at temperatures of 40, 55 and 70 ° C, with drying air velocities of 1.0, 1.5 and 2.0 m / s according to experimental design (DOE) in factorial form $2^2 + 3$ experiments at the central point, totaling 7 drying tests, with subsequent adjustments to the experimental mathematical models, thus verifying among the 4 adjusted models what best represents the phenomena which was performed through the magnitude of the coefficient of determination (R^2), the mean square deviation (DQM). After performing the drying tests by means of the experimental planning, the following analyzes were performed with the aid of Analysis of Variance (ANOVA), the powder that presented the best conditions, where the following analyzes were carried out in triplicate: water content, water activity, ash, wettability, hygroscopicity, solubility, specific mass, specific compaction mass, Hausner's factor, compressibility index, color, flavonoids, chlorophyll a, total be, carotenoids and tannins. After the drying tests, it was concluded that the model of Midilli et al. (2002) was the one that best fit and that of the seven planning trials, the best was test 2 with temperature of 40 ° C and velocity of 2.0 m / s. It was observed that, among the dependent variables analyzed, only the yield adjusted to the model, thus becoming the variable used to choose the best drying test for characterization. The color of the samples changed according to the temperature used, the powder obtained is quite soluble, not hygroscopic and quite fine in terms of granulometry. Drying proved to be efficient in the process of concentrating some bioactive present.

Keywords: Bioactive compounds, granulometry, mathematical models.

1 - INTRODUÇÃO

De acordo com Dias et al. (2012) a indústria farmacêutica tem um especial interesse pelos extratos vegetais secos, uma vez que as formas farmacêuticas sólidas apresentam precisão de dosagem, facilidade de manuseio, transporte e armazenagem, além de favorecerem a manutenção da estabilidade química, microbiológica e farmacológica.

Para Lacerda et al. (2013) as plantas medicinais são espécies vegetais que contém distintos tipos de princípios ativos que podem atuar no organismo humano e animais, no combate a várias doenças, agindo como bactericida e/ou fungicida, proporcionando uma ação preventiva contra diversos problemas de saúde.

Souza (2010) relatou algumas vantagens na produção de extratos secos como o aumento da vida útil desse extrato, a conservação de nutrientes, a facilidade no transporte e que alguns dos processos de secagem apresentam um baixo custo e, por fim, uma redução de perda de material pós colheita.

O processo de secagem consiste em um complexo que envolve o ar de secagem com um baixo teor de água, onde o aumento da temperatura provoca o aumento da pressão parcial de vapor no produto, provocando uma redução no teor de água de todo o sistema envolvido. O processo de secagem em espécies medicinais e aromáticas é uma operação de fundamental importância para o armazenamento e para a conservação dessas espécies vegetais a serem utilizadas pela indústria farmacêutica. (DUARTE GONELI et al, 2014).

De acordo com Reis et al. (2012) a secagem é muito importante para aumentar a vida útil dos produtos, mostrando-se eficiente na conservação de componentes presentes nesses produtos, mesmo após expô-los a determinadas temperaturas por determinados tempos, pois a secagem em secadores convectivos diminui o tempo de exposição, não degradando os compostos presentes.

Para Silva (2015) os métodos e as condições de secagem devem ser adequadas características de cada produto. Neste sentido torna-se necessária a obtenção de informações teóricas sobre o comportamento de cada produto durante a secagem. Essas informações podem ser obtidas através de simulações de secagem, utilizando os modelos matemáticos para descrever o processo de perda de água.

Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos utilizando modelos matemáticos para observar e explicar o comportamento de alguns componentes durante a secagem de

diferentes tipos de plantas medicinais, todos eles utilizando secadores e diferenciando a velocidade e a temperatura no processo. (DIAS et al. 2011; DOYMAZ, 2011; PRATES et al. 2013; DOYMAZ 2014 e SILVA 2015).

Baseado nesse contexto, este trabalho tem por objetivo secar folhas de erva cidreira (*lippiaalba*) em secador convectivo, em diferentes temperatura e velocidades de ar de secagem, como também quantificar alguns compostos presentes nessa espécie vegetal.

2 - METODOLOGIA

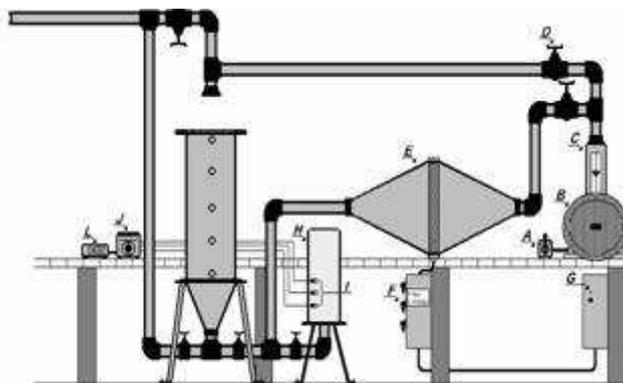
2.1. Material vegetal

As folhas da erva cidreira in natura foram adquiridas no Horto da Universidade Estadual da Paraíba, na cidade de Campina Grande, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário ACAIL Manoel Arruda Câmara, sob número de tombo 1877.

2.2. Secagem das folhas em secador convectivo

Para os experimentos de secagem utilizou-se um secador convectivo (Figura 2.1). A quantidade de água evaporada durante o processo foi obtida por pesagens descontínuas das folhas de erva cidreira e o esquema de pesagem seguiu intervalos de tempos variados, em minutos, até atingir massa constante. Em seguida, as amostras foram colocadas em estufa, na uma temperatura de 105°C, por 24 h, para determinação da matéria seca.

Figura 2.1 - Esquema do equipamento utilizado na realização da secagem convectiva



Fonte: Alexandre et al. (2013)

A cinética foi realizada de acordo com delineamento experimental (DOE) na forma fatorial $2^2 + 3$ pontos centrais, obtendo com essa configuração um total de 7 experimentos. Foram definidas como variáveis independentes a temperatura de secagem (T) e a velocidade do ar de secagem (V), conforme Tabela 2.1. Os dados foram tratados usando-se o programa Statistica 7.0. Os dados de significância do processo foram

obtidos por meio da análise de variância (ANOVA), a 95% de confiança. Para se definir o experimento com as melhores condições de secagem, foi observada a significância das variáveis dependentes, o rendimento de pó teor de água.

Tabela 2.1 - Níveis de codificações

Níveis reais	Níveis Codificados		
	-1	0	+1
T (°C)	40	55	70
V (m/s)	1,0	1,5	2,0

As curvas da cinética de secagem foram construídas plotando-se a razão de teor de água (RX) em função do tempo de secagem em minutos, aplicando-se os modelos matemáticos, conforme a Tabela 2.2. Os valores da razão de teor de água foram determinados usando-se a Equação 2.1

$$RX = \frac{X - X_e}{X_i - X_e} \quad (2.1)$$

Em que:

X - Teor de água do produto;

X_i - Teor de água inicial;

X_e - Teor de água de equilíbrio.

Tabela 2.2 - Modelos matemáticos utilizados para estimar as curvas de secagem de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*)

Designação do Modelo	Modelo
Cavalcante e Mata (2006)	$RX = a_1 \exp(-bt^{a_2}) + a_3 \exp(bt^{a_4}) + a_5$ (2.2)
Midilli (2002)	$RX = a \exp(-kt^n) + bt$ (2.3)
Page (1949)	$RX = \exp(-kt^n)$ (2.4)
Verma (1985)	$RX = a \exp(-kt) + (1-a) \exp(-kt)$ (2.5)

t: tempo de secagem; k: constante de secagem; a, b e n : coeficiente dos modelos.

2.3 - Caracterização química, física e físico-química das folhas secas de erva cidreira (*Lippia alba*)

Após o processo de secagem foi selecionado a partir dos resultados da matriz de planejamento o pó com as melhores condições de secagem, sendo realizadas no mesmo, todas as análises a seguir, ambas em triplicata.

Trituração das folhas – As folhas secas foram levadas para serem trituradas em um moinho de facas (MA048), obtendo-se um produto seco em pó.

Análise granulométrica – Realizada através do peneiramento de 100g de folhas secas, caracterizado pela passagem de uma série de peneiras padronizadas na faixa de 20 a 170 Mesh, com agitador eletromagnético. O tempo total de peneiramento foi realizado segundo metodologia da Farmacopéia (2010). O cálculo do diâmetro médio da partícula (D) foi obtido utilizando a equação de Sauter apresentada por Pereira et al. (2009), por meio da utilização da Equação 2.6.

$$D = \frac{1}{\sum_i \frac{\Delta x_i}{D_i}} \quad (2.6)$$

Em que:

Δx_i = fração de massa retida sobre cada peneira;

D_i = diâmetro médio de abertura das peneiras superior e inferior.

Teor de água – Segundo metodologia descrita por Zenebon et al. (2008), com estufa a 105 °C.

Cinzas – Segundo metodologia descrita por Zenebon et al. (2008), com mufla a 550 °C.

Atividade de água – Medida em higrômetro AQUALAB da Decagon Devices.

Clorofilas e carotenoides – Estimados como descrito por Lichtenthaler (1987), com auxílio de espectrofotômetro, realizando leituras nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

Flavonoides – Determinada de acordo com a metodologia de Francis (1992), com auxílio de espectrofotômetro, realizando leituras nos comprimentos de onda de 374 nm.

Taninos – Determinado segundo metodologia de Goldstein & Swain (1963), com auxílio de espectrofotômetro, realizando leituras nos comprimentos de onda de 765nm, com resultados expressos em miligramas de ácido tânico por g de amostra.

Perfil colorimétrico – As medidas do parâmetro cor e luminosidade foram realizadas utilizando colorímetro marca Mini Scan Hunter (Lab XE), operando-se no sistema Hunter sendo L (L*, a* e b*), segundo a metodologia de Altamirano - Fortoul, Rossel (2011).

Molhabilidade – Realizada segundo a metodologia de Freudig et al. (1999), onde determinou-se visivelmente, marcando com a ajuda de um cronometro o tempo necessário para que todas as partículas se molhem.

Higroscopicidade – Foi determinada segundo metodologia de Cano-Chauacaet t al. (2005). Sendo seus resultados expressos como massa de água adsorvida (g) por 100 gramas de massa seca da amostra

Solubilidade – Foi determinada segundo metodologia de Eastman & Moore (1984) modificada por Cano-Chaucaet al. (2005).

Massa específica aparente e de compactação – Foram determinadas seguindo a metodologia descrita por Brasil (2005).

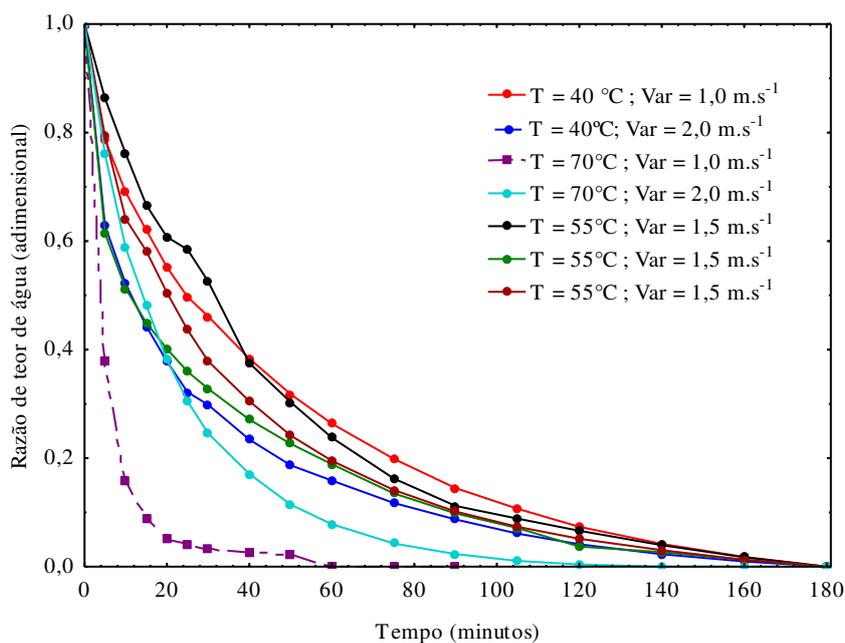
Índice de Caar e relação de Hausner – A fluidez e compactabilidade foram expressos em termos de índice de Caar (IC) (Wanczinskiet al, 2002) e fator de Hausner (FH) (Aulton, 2005), respectivamente.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Cinética de secagem das folhas de erva cidreira (*Lippia alba*)

Na Figura 2.2 são apresentadas as curvas de secagem de folhas de erva cidreira em diferentes condições de secagem. Foram analisados os seguintes fatores independentes: temperatura e velocidade do ar de secagem. Observa-se que, a velocidade do ar de secagem não interferiu muito, mas observa-se que quando se aumenta a velocidade do ar, diminui o tempo de secagem, quanto maior a temperatura e menor massa, mais rapidamente a secagem se processa, este comportamento é observado no experimento 2 e experimento 3 ($m = 6g$, $T = 70^{\circ}C$, $t = 90$ minutos e $m = 40g$, $T = 40^{\circ}C$, $t = 180$ minutos). Todas as curvas mostram de maneira clara uma tendência a um decaimento exponencial.

Figura 2.2- Curvas de cinética de secagem



A partir dos dados experimentais, foi escolhido o produto com as melhores condições de secagem, levando em consideração o teor de água e rendimento do produto. Ao observar a tabela 2.3, o experimento com maior rendimento foi o 3, obtendo 24,51%, contudo, o experimento com menor teor de água foi o 4 (3,40%), todavia, o mesmo obteve o menor rendimento dentre os 7 ensaios realizados (14,29%). Diante disso, a condição escolhida foi a do experimento 2 que obteve um rendimento

próximo a do experimento 3, ressaltando que o experimento 2 foi realizado sob menor temperatura, diminuindo com isso a degradação dos compostos bioativos.

Tabela 2.3 - Variáveis dependentes dos ensaios de secagem

Experimentos	T (°C)	V (m/s)	Teor de água (%)	Rendimento (%)
1	40	1,0	12,00	20,70
2	40	2,0	18,50	20,15
3	70	1,0	18,50	24,51
4	70	2,0	3,40	14,29
5	55	1,5	43,00	21,08
6	55	1,5	57,00	20,65
7	55	1,5	57,50	20,23

Após analisar a tabela 2.3 com o intuito de observar um experimento com valores coerentes de teor de água e umidade, é necessário avaliar os dados obtidos na análise de variância (ANOVA), tabela 2.4, onde é encontrado um coeficiente de determinação (R^2) de 5,20 para o teor de umidade, observando assim, que o modelo não se ajustou aos dados experimentais, já para o rendimento, o coeficiente de determinação foi 97,62, sendo altamente significativo e com modelo com alto ajuste. Com isso, é possível se ater a variável com melhor ajuste para escolha do melhor pó, dentre os obtidos.

Tabela 2.4 – Análise de variância para as variáveis dependentes a 95% de confiança

Parâmetro	% coeficiente de determinação (R^2)	F_{Calculado}	F_{tabelado(3,3)}
Teor de água (%)	5,20	0,054929	9,28
Rendimento (%)	97,62	41,02991	9,28

Além disso, para o teor de umidade, o valor de F (0,054929) pelo modelo foi inferior ao valor de F_{tabelado} (9,28) ao nível de 95% de confiança, já para o rendimento o valor de F (41,02991) foi superior ao valor de F_{tabelado} (9,28) ao mesmo nível de confiança. De acordo com Rodrigues & Iemma (2014), o modelo só é estatisticamente

significativo quando o valor de $F_{\text{Calculado}}$ for superior ao de F_{tabelado} , determinando que apenas o rendimento teve resultado estatisticamente significativo. Logo, através da análise variância, foi possível confirmar que o experimento 2 apresentou as melhores condições para obtenção do pó com melhor rendimento.

3.2. Avaliação dos modelos de secagem

Os dados experimentais da cinética de secagem foram ajustados aos modelos empíricos de Midilli, Page, Cavalcante e Mata e Verma. Os parâmetros dos modelos logarítmicos são mostrados na tabela 3.3.

Ao analisarmos, a Tabela 2.5 observa-se que dentre as equações testadas a de Cavalcanti Mata e Midilli se aproximaram mais dos pontos experimentais que os demais modelos, constatando por meio do coeficiente de determinação (R^2), estando para todos os tratamentos acima de 99,730%, e os menores valores de DQM, para todas as temperaturas e nas velocidades do ar de secagem estabelecida durante o processo, em que quanto menor o valor de DQM melhor é a representação do modelo empregado, conforme também pode se verificar na Figura 3.2, onde as curvas de secagem do modelo acompanham os pontos experimentais com pequenos desvios. Todos os modelos mostraram valores de R^2 superiores a 99% e valores de DQM inferiores a 0,033 podendo ser utilizados na estimativa das curvas de secagem.

Duarte Goneliet al. (2014) secou folhas de aroeira, Doymaz (2014) folhas de louro, Silva et al. (2015) folhas de jenipapo e Souza (2015) folhas de juazeiro, obtiveram como melhor modelo de ajuste o modelo de Midilli.

Segundo Duarte Goneli et al. (2014), no início do processo de secagem ocorre uma perda acentuada de água, caracterizando uma curva mais acintosa, isso justifica o ajuste do modelo de Midilli aos dados experimentais

Tabela 2.5- Parâmetros logarítmicos dos modelos cinéticos ajustados

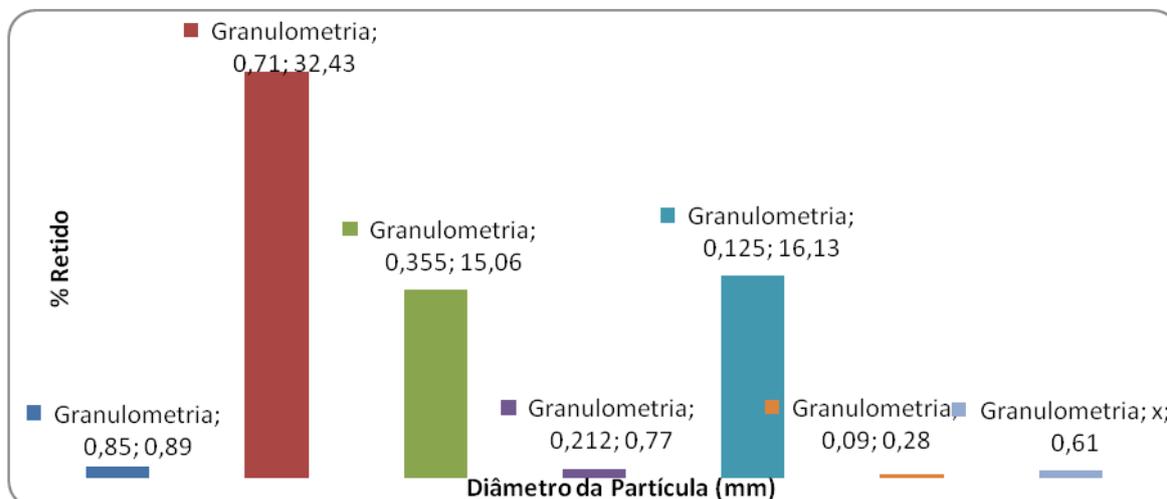
Modelo	Ensaio	T (°C)	V _{ar} (m/s)	Parâmetros						R ²	DQM
				a1	b	a2	a3	a4	a5		
Cavalcanti Mata	1	40	1,0	0,5649	0,0660	0,6751	0,5649	0,6751	-0,1331	99,969%	0,0050
	2	40	2,0	0,5336	0,1784	0,5301	0,5336	0,5301	-0,0678	99,976%	0,0040
	3	70	1,0	0,4943	0,2575	0,8488	0,4943	0,8488	0,0119	99,876%	0,0097
	4	70	2,0	0,9576	0,0643	0,8912	0,0464	1,1517	-0,0038	99,987%	0,0033
	5	55	1,5	0,5038	0,0265	0,9569	0,5035	0,9570	-0,0182	99,735%	0,0162
	6	55	1,5	0,6070	0,1837	0,4390	0,6070	0,4390	-0,2154	99,910%	0,0077
	7	55	1,5	0,5154	0,0715	0,7472	0,5154	0,7472	-0,0297	99,946%	0,0067
Midilli				a	k	n	b				
	1	40	1,0	0,9951	0,0704	0,6998	-0,0004	-	-	99,952%	0,0063
	2	40	2,0	0,9989	0,1840	0,5521	-0,0002	-	-	99,969%	0,0045
	3	70	1,0	1,0008	0,2757	0,8005	0,0001	-	-	99,835%	0,0112
	4	70	2,0	1,0007	0,0669	0,8905	0,0000	-	-	99,986%	0,0034
	5	55	1,5	0,9881	0,0262	0,9658	-0,0001	-	-	99,732%	0,0163
	6	55	1,5	0,9976	0,2129	0,4818	-0,0005	-	-	99,863%	0,0095
7	55	1,5	1,0006	0,0719	0,7569	-0,0001	-	-	99,947%	0,0067	
Page					k	n					
	1	40	1,0	-	0,0559	0,7866	-	-	-	99,562%	0,0191
	2	40	2,0	-	0,1614	0,6037	-	-	-	99,753%	0,0129
	3	70	1,0	-	0,2846	0,7824	-	-	-	99,808%	0,0121
	4	70	2,0	-	0,0660	0,8952	-	-	-	99,984%	0,0037
	5	55	1,5	-	0,0266	0,9703	-	-	-	99,694%	0,0174
	6	55	1,5	-	0,1671	0,5773	-	-	-	99,186%	0,0231
7	55	1,5	-	0,0657	0,7894	-	-	-	99,886%	0,0098	
Verna				a	k	k2					
	1	40	1,0	0,1725	0,3038	0,0196	-	-	-	99,896%	0,0093
	2	40	2,0	0,4026	0,2680	0,0227	-	-	-	99,886%	0,0088
	3	70	1,0	0,0939	0,0379	0,2220	-	-	-	99,969%	0,0048
	4	70	2,0	0,1819	0,1440	0,0396	-	-	-	99,986%	0,0035
	5	55	1,5	0,0306	3,8267	0,0229	-	-	-	99,745%	0,0159
	6	55	1,5	0,3879	0,3638	0,0206	-	-	-	99,920%	0,0073
7	55	1,5	0,2261	0,1660	0,0230	-	-	-	99,931%	0,0076	

3.3 - Peneiramento (análise granulométrica)

O produto obtido na secagem em secador convectivo foi levado a um conjunto de peneiras para obter a granulometria dos grãos obtidos após a moagem do produto seco. A Figura 2.3 ilustra a distribuição granulométrica da folha de erva cidreira após moagem mecânica.

A moagem mecânica das folhas de erva cidreira seca é classificada como um tratamento físico que aumenta a área de superfície exposta a microrganismos. Como pode ser observado pela distribuição granulométrica, o pó apresenta a maioria (63,61%) das suas partículas com um diâmetro de 0,71, 0,355 e 0,125 mm, o que corresponde as peneiras de 24, 42 e 115 Mesh. Sacramento et al. (2013) estudou a granulometria de droga vegetal de *chinusTerebinthifoliusRaddide* três localidades e encontrou valores de 0,446, 0,255 e 0,229. Valores estes maiores do que os do estudo, mostrando que o pó das folhas de erva cidreira apresenta grânulos finos, característicos de pó que necessitam de granulometria abaixo de 0,5. Rocha et al. (2009) encontrou granulometria de 0,05 mm para as partículas de quebra pedra, um produto bastante fino.

Figura 2.3 – Perfis granulométrico das folhas de erva cidreira seca moída



Aplicando a equação de Sauter (Equação 2.7) obteve-se um diâmetro médio de 0,35 para partículas do pó de erva cidreira. Rocha et al. (2009), encontrou diâmetro médio para partículas de quebra pedra de 2,7, maiores que a do estudo. Pode-se observar na figura 2.3 que os diâmetros dos grânulos estão bastante distribuídos, pois nenhuma faixa de tamanho ultrapassou a porcentagem de 35%.

A tabela 2.6 mostra as propriedades do produto obtido na cinética, observando que o produto apresenta resultados satisfatórios. O teor de água foi um pouco alterado, neste caso poderia deixar um pouco mais tempo no secador. Mesmo assim, o valor encontrado foi satisfatório em relação ao valor da mesma matéria in natura que foi de 79, diminuindo em torno de 77 % de água do produto. O rendimento do processo foi de 20 %, superior a Silva (2013) que foi de 4 % e André et al. (2013) de dama da noite.

O teor de cinzas mostra a presença de areia e terra Sicília quando observado o valor de 0,645, valor superior a Silva (2013) folhas de Erva de Jaboti que foi de 0,4 e André et al. (2013) que foi de 0,07 observa-se que o produto é bastante solúvel com uma solubilidade em torno de 80 %, pouco higroscópico, tornando o produto propício para armazenamento.

A massa específica aparente (0,20 g/mL) revela que os resíduos tendem a não se compactarem completamente, gerando os espaços vazios entre as partículas do produto. Freitas (2014) encontrou uma massa específica para folhas de eucalipto de 0,02, Lima (2013) folhas de manjerição de 0, 018 e Sacramento (2013) folhas de aroeira um valor de 0,5, superior ao estudo.

Tabela 2.6 - Parâmetros físico-químicos da folha seca de erva cidreira

Parâmetro	Folhas da erva cidreira seca
Teor de Água	18,5
Atividade de água	0,467
Cinzas	0,645
Molhabilidade	0,0125
Higroscopicidade	0,00595
Solubilidade	80,0
Massa específica	0,2
Massa específica de compactação	1,78
Fator de Hausner	8,93
Índice de Compressibilidade	88,8
Cor	
a*	0,12
b*	16,64
L*	30,72

Observa-se um escurecimento na cor das amostras com relação ao valor de a^* que foi de 0,12, e uma luminosidade de 30,72, valores elevados se comparados ao estudo de Reis et al. (2012) que secou folha de manjerição e obteve uma cor de -2,89 e luminosidade de 29,55. Ou seja, a amostra foi submetida a uma temperatura de 40 °C, passando a ficar exposta por mais tempo ao processo, facilitando o escurecimento se comparado a cor do mesmo produto em uma temperatura mais alta. De qualquer forma, a temperatura é responsável pelo escurecimento das amostras.

Na tabela 2.7 são apresentados os valores de Flavonóides, Clorofila, Carotenóide e Taninos do pó de erva cidreira. Percebe-se que as folhas secas da planta apresentam uma quantidade de flavonóides e taninos consideráveis, podendo perceber que a secagem concentra esses bioativos presente nas folhas.

Os flavonóides são os responsáveis por refletir o brilho do azul, vermelho, amarelo e laranja nas flores, folhas e frutos, possuindo ação anti-inflamatória, como no controle da esteatose hepática (cirrose), nas infecções intestinais e no auxílio a cicatrização da pele (FERREIRA et al, 2014). Contudo, após a secagem a quantidade de flavonóides concentrou, melhorando sua relação medicinal.

Tabela - 2.7 - Compostos bioativos das folhas de erva cidreira seca

Parâmetro	Folhas da erva cidreira seca
Flavonoides (mg.100g ⁻¹)	35,900
Clorofila a (mg.100g ⁻¹)	2,254
Clorofila b (mg.100g ⁻¹)	9,445
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	54,501
Carotenóide (mg.100g ⁻¹)	72,948
Taninos	7,882

Souza (2015) secou ao sol folhas de Jamelão encontrando valores de clorofila a de 0,1883 mg.100g⁻¹, clorofila b de 0,1582 mg.100g⁻¹ e total de 0,34, valores esses menores que o encontrado, isso pode estar direcionado ao período de colheita, com o tipo de secagem, como também a espécie estudada.

Em relação à quantificação de carotenóides, a temperatura influencia na concentração do mesmo, ou seja, a temperatura utilizada nesse estudo degradou esse nutriente. Segundo Aral & Besa (2016) a variação da cor durante o processo de secagem pode identificar a degradação de nutrientes como os carotenóides. Segundo Ahmad-

Qasenet al. (2013), o processo de secagem provoca alteração nas quantidades de nutrientes presentes nas folhas.

Em se tratando da concentração de taninos presentes nas folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) Dias (2011) encontrou valores de 0,13 e 0,24 para o pó de folhas de hortelã, valores estes menores do que o encontrado neste estudo. Isso reporta que a secagem se mostrou eficaz na obtenção do pó em relação à concentração de taninos.

Os valores reportados de taninos e flavonóides para a espécie estudada mostram que a secagem em secador convectivo se mostrou eficiente quanto a obter um produto em pó concentrado com bioativos.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se observar que a velocidade do ar de secagem não interferiu na variável resposta dos experimentos.

O secador convectivo apresenta alta eficiência na secagem por demandar menos tempo no processo, expondo o produto a menor tempo de temperatura.

O delineamento experimental (DOE) na forma fatorial, apresentou melhor ajuste apenas para a variável dependente rendimento, sendo esse o parâmetro utilizado para selecionar o experimento 2 como sendo o que obteve as melhores condições de secagem.

O Modelo de Midilli se adequou muito bem aos dados experimentais.

O pó obtido apresentou granulometria bem fina. Com relação às propriedades físicas e físico-química, o processo apresentou-se satisfatório.

Os compostos bioativos concentraram-se devido ao processo de secagem, ou seja, a quantidade de flavonóides e taninos aumentou durante o processo de secagem em secador convectivo, aumentando com isso o poder para fins terapêuticos da planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD - QASEN, M. H; BARRAJÓN - CATALÁN, E; MICOL, V; MULLET, A; GÁRCIS - PÉREZ. Influence of freezing and dehydration of olive leaves (*var. Serrana*) on extract composition and antioxidant potential. **Food Research International**. v.50, p.189-196, 2013.

ALEXANDRE, H. V., DA SILVA, F. L., GOMES, J. P., DA SILVA, O. S., CARVALHO, J. P., & DE LIMA, E. E. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – Agriambi**, v.17, n.6, 2013.

ALTAMIRANO- FORTOUL, R; ROSSEL, C. M. Physico-chemical change in breads from bake off Technologies during storage. **Food Science and Technology**, v.44, p 631-636. 2011.

ANDRÉ, A. R.G. M; SILVA, A. P. F; VASCONCELOS, E. M. caracterização físico-química do material vegetal de extratos de *Cetraria laevigata* SCHLTDL (*Solanaceae*). **Caderno de graduação - Ciências Biológicas e da saúde Fita**. v.1, n. 2. Maceió, p. 11-19. 2013.

ARAL, S; BESE, A. V. Convective drying of hawthorn fruit (*Crataegus SSP*): effect of experimental parameters on drying kinetics, color, shrinkage, and rehydration capacity. **Food Chemistry**, v.201, n.1, p. 577-584, 2016.

AULTON, M. E. **Delineamento de formas farmacêuticas**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 667p.

BRASIL, M. D. S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 1017p. 2005.

CANO- CHAUACA, M; STRINGUETA, P. C; RAMOS, A. M; CAL-VIDAL, J. Effect of the carrier on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative food emerging technologies**. v.6, p.420-428. 2005.

DIAS, R. A. L.; SOUZA, P. S., & DE ALSINA, O. L. Efeito da temperatura de secagem sobre o rendimento na extração de taninos totais e óleos essenciais da hortelã (*Mentha x Vilosa* Hudson). **Revista Brasileira de Farmácia**. **Brazil Journal of Pharmacy**, v.93, n.4, p.431-438, 2012.

DIAS, R. A. L; SOUZA, P.; ALSINA, O. L. Secagem e extração de taninos totais em hortelã (*Mentha x Vilosa Hudson*). **Revista Agrarum**, v.4, n.12, p.123-133, 2011.
DOYMAZ, I. Drying of thyme (*Thymus Vulgaris L.*) and selection of a suitable thin-layer drying model. **Journal of Food processing and preservation**, v.35, n.4, p. 458-465. 2011.

DOYMAZ, I. Thin-Layer Drying of bay Laurel leaves. **Journal of Food processing and preservation**. v. 38, n.1, p. 4498-456. 2014.

DUARTE GONELI, A. L., VIEIRA, M. D. C., DA CRUZ BENITEZ VILHASANTI, H., & ALVES GONÇALVES, A. Modelagem matemática e difusividade efetiva de folhas de aroeira durante a secagem. **Pesquisa agropecuária tropical**, v.44, v.1, 2014.

Farmacopeia Brasileira. São Paulo: Atheneu, 2010.

FERREIRA, E; OLIVEIRA, R. F; C ARVALHO, V. F. Flavonóides: um potente agente terapêutico. **Fisa/Funcesi**. 2014.

FRANCIS, F. J. Análises of anthocianins. In: Markakis, P. (Ed). Anthocyanins as foodcolors. **New York: Academic**.1982, p. 181-207.

FREITAS, J. V; FERREIRA, M. C. Secagem de folhas tipo cesto rotativo. **XX Congresso Brasileiro de Eng. Química**. Florianópolis. 2014.

FREUDIG, B; HOGEKAMP, S; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical engineering and processing**. Amsterdam. v. 38, n.4-6, p. 525-532. 1999.

GOLDSTEIN, J. L; SWAINT, T. Changes in tannis in rioening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, p. 371-383. 1963.

LACERDA, J. R. C; SOUSA, J. S; SOUSZA, L. C. F. S; BORGES, M. G. B; FERREIRA, R. T. F. V; SALGADO, A. B. Conhecimento popular sobre plantas medicinais e suas aplicabilidades em três segmentos da sociedade do município de Pombal - PB. **ACSA**. v. 9, n.1 p. 14-23. 2013.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls e carotenoides pigments of photosuntheticbiomembranes: in Racker, L; Douce. R (eds). **Methods in enzymologi**, Lomdon, v.148, p.350 -382. 1987

LIMA, R. A. B. Análise da secagem convectiva de folhas de manjeriçao. 169 f. **Tese (Doutorado)**, PPG-EQ, UFSCar, São Carlos, 2013.

PRATES, M. F. O; REIS, R. D.; DEVILLA, I. A.; FARIA, R. Q., & LIMA JUNIOR, A. F. Cinética de secagem de folha de *Solanum Lycocarpum* A. *St. Hil* (fruta do lobo). **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s,v.14, n.3, p. 514-521. 2013.

REIS, R. C.; DEVILLA, I. A., ASCHERI, D. P., SERVULO, A. C., & SOUZA, A. Cinética de secagem de folhas de manjeriçao (*ocimunbasilicum* L.) via infravermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.12, p.1346-1352. 2012.

ROCHA, A. P. T; SILVA, V. S; SILVA, O. S; ALSINA, O. L. S. Caracterização física de grânulos de quebra-pedra para uso em leito de jorro. **Revista eletrônica de materiais e processos**, v. 1, p. 32-37. 2009.

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

SACRAMENTO, L. V. S.; JUNIOR, A. S.; FOGGIO, M. A. Comparação granulométrica, densidade e do teor de extrativos de droga vegetal originada de folhas de *Schinus Terebinthifolius* Raddi. **XXII. Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil**. 2013.

SILVA, L. A.; RESENDE, O.; VIRGOLINO, Z. Z.; BESSA, J. F. V.; MORAIS, W. A. & VIDAL, V. M. Cinética de secagem e difusividade efetiva em folhas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.4, supl. II, p.953-963, 2015.

SILVA, O. S. et al. Produção de Extrato Fitoterápico de lippia Alba mediante secagem por nebulização. **Anais do III International symposium on medicinal and nutraceutical plants**. UFS. 2013.

SOUZA, T. M.; SALGADO, H. R. N. & PIETRO, R. C. O Brasil no contexto de controle de qualidade de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, n.3, p.435-440, 2010.

SOUZA, F. C. MARTINS, J. J. A; ROCHA, A. P. T; GOMES, J. P; PESSOA, T; MARTINS, J. N. Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de *Ziziphus Joazeiro* Mat. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v. 17, n.2, p.195-200. 2015.

WANCZINSKI, B. J.; FELIPE, D. F.; CARDOSO, M. L. C.; CAVALCANTI, O. A.; Desenvolvimento de comprimidos de AAS 500 mg: influência do Amido 1500® na compressão direta. **Acta Scientiarum**, v.24, n.3, p.649-655, 2002.

ZENEBO, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). Procedimentos e determinações gerais. Em: ZENEBO, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

CAPITULO III

SECAGEM DE FOLHAS DE ERVA CIDREIRA (*LIPPIA ALBA*) EM SPRAY DRYING

RESUMO: Os extratos secos são bastante utilizados para a formulação de produtos fitoterápicos. O presente estudo objetivou estudar as propriedades e composto bioativos presentes no extrato seco de folhas de erva cidreira, visando uma concentração destes constituintes através da preparação do extrato seco produzido em secador por aspersão. A secagem se mostrou muito eficiente ao concentrar os bioativos presentes nas plantas. Os objetivos traçados foram atendidos, pois os resultados se mostraram bastantes satisfatórios para todas as análises realizadas na busca de aumentar e mostra que a planta é propicia afazer parte da concentração de um produto fitoterápico.

Palavras Chave: Extrato seco, *Lippia alba*, compostos bioativos.

Drying of leaves of lemon balm (*Lippiaalba*) in spray drying

ABSTRACT: Dry extracts are widely used for the formulation of herbal products. The present study aimed to study the bioactive properties and compounds present in the dry extract of leaves of lemon grass, aiming at a concentration of these constituents through the preparation of the dry extract produced in a spray dryer. Drying proved to be very efficient in concentrating the bioactives present in the plant. The objectives were fulfilled because the results were satisfactory for all the analyzes carried out in the search to increase and shows that the plant is suitable to be part of the concentration of a product herbal medicine

Key words: Dry extract, *Lippiaalba*, bioactive compounds.

1 - INTRODUÇÃO

Para Pereira (2014) o conhecimento tradicional sobre o uso de plantas medicinais é vasto, em muitos casos é o único recurso disponível que as populações rurais têm ao seu alcance. A procura por produtos medicinais tem aumentado devido a sua diversidade em cura de doenças, pela sua segurança e por serem remédios bastante tolerados quando comparados com medicamentos convencionais

A secagem é um método importante no processo de obtenção de produtos secos, devido à extração da água livre no alimento, contribuindo diretamente na estabilidade, tanto microbiológica quanto em termos de reações enzimáticas deteriorantes, ou seja, escurecimento do produto e melhoramento de vida útil, agregando valor ao mesmo. (BRAGA, 2016).

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. (ANDRÊ et al, 2013).

Souza et al. (2016) ressalta no desenvolvimento dos fitoterápicos, os extratos secos apresentam grande importância para a indústria farmacêutica, devido a estabilidade química, fácil padronização, alta concentração de composto ativos, maior facilidade de manipulação, aumentando a eficácia terapêutica do produto. Ainda para o autor, o processo que se destaca na produção de extratos secos é a secagem por spray drying, devido ao tempo usado para a obtenção do produto, com um alto controle das características do produto final.

Um importante fator que vê fazendo com que o mercado de fitoterápicos se tenha um aumento é o baixo custo dos produtos, facilidade de acesso e poucos efeitos colaterais (COSTA, 2015).

Baseado nesse contexto, este trabalho tem por objetivo obter extrato seco de folhas de erva cidreira através da secagem por aspersão, quantificando os compostos presentes no produto, buscando aumentar o seu poder fitoterápico através da concentração de seus compostos bioativos.

2 - METODOLOGIA

2.1 - Matéria Prima

As folhas da erva cidreira in natura foram adquiridas no Horto da Universidade Estadual da Paraíba na cidade de Campina Grande, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário ACAIL Manoel Arruda Câmara, sob número de tombo 1877. As folhas foram secas a 40°C em secador convectivo com velocidade do ar de secagem de 1,0 m/s. Em seguida, foram trituradas em um moinho de facas, obtendo-se um produto seco em pó, com diâmetro médio de 0,35 µm.

2.2. Teor de extrativos

O teor de extrativo foi realizado de acordo com a metodologia de Souza (2015). Uma solução 1:100 gramas de matéria vegetal em água (base seca) foi aquecida até à ebulição e filtrada após arrefecimento. Amostras de 20,0 g do filtrado foram retiradas e colocadas na estufa a $102 \pm 1^\circ\text{C}$ até obtenção de massa constante. A matéria extraída foi calculada como a razão percentual da massa de resíduo seco para a massa de matéria vegetal, com a média de três medidas.

2.3 - Obtenção do extrato bruto

Folhas secas de erva cidreira em pó foram colocadas em uma solução de etanol (6:1 em peso) a uma temperatura de 50°C e agitadas por 2 horas em um sistema de extração composto por um vaso encamisado com agitação e controle de temperatura. O extrato foi filtrado sob vácuo e concentrado até atingir o teor de sólidos em torno de 9,5 %. Seu teor de sólidos, teor de água e densidade relativa foram determinados.

O teor de sólidos do extrato concentrado foi determinado em uma balança infravermelho a uma temperatura de 120°C por 20 minutos. O teor de água foi quantificado conforme metodologia de Zenebon et al.(2008), e a densidade relativa foi determinada de acordo com a metodologia da Farmacopeia Brasileira(1988) através de picnometria.

2.4 - Secagem em spray drying

O extrato concentrado foi levado à secagem pelo método de secador por aspersão, sendo estudadas as temperaturas de 50, 60 e 70°C a fim de evitar a degradação dos compostos. Em relação à vazão de alimentação no bico atomizador, foram admitidas as velocidades de suspensão de 4,0, 5,0 e 6,0 ml/min. A pressão do bico atomizador se manteve constante num valor de 3 bar em todos os ensaios de secagem. Para realização do processo de secagem em spray drying foi utilizado o secador modelo FBD 1.0 da Marca LabMaaq do Brasil.

2.5 - Planejamento Experimental

Visando obter um melhor estudo sobre a otimização do processo e analisar a influência das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes foi realizado um delineamento experimental (DOE) na forma fatorial $2^2 + 3$ pontos centrais, totalizando 7 experimentos (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Níveis de codificações

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

As variáveis dependentes obtidas nos experimentos de secagem foram: a taxa de recuperação do produto (R) (Equação 3.1), a taxa de acúmulo (Ac) (Equação 3.2) e a taxa de evaporação (TE) (Equação 3.3), determinadas segundo a metodologia de Santos et al. (2015); o teor de água no extrato seco segundo metodologia de Zenebon et al. (2008) e a atividade de água, avaliada por higrômetro Aqualab da Decagon Devices a 25°C.

$$R(\%) = \frac{M_c \cdot (1 - X_p)}{W_s \cdot C_s \cdot \theta} \times 100 \quad (3.1)$$

$$Ac(\%) = \frac{(M_{pf} - M_{pi}) \cdot (1 - X_p)}{W_s \cdot C_s \cdot \theta} \times 100 \quad (3.2)$$

$$TE \left(\frac{g}{min} \right) = \frac{M_i - C_s}{\theta} \quad (3.3)$$

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).

2.6 - Caracterização química, física e físico-química do extrato seco em spray drying

Após o processo de secagem foi selecionado a partir dos resultados da matriz de planejamento o experimento que resultou numa maior taxa de recuperação do produto. Nesta amostra foram realizadas as análises abaixo.

Cor e Luminosidade: As medidas do parâmetro cor e luminosidade foram realizadas utilizando colorímetro marca Mini Scan Hunter (Lab XE), no sistema de leitura CIELAB com os parâmetros L^* , a^* e b^* .

Molhabilidade: Colocou-se 1 grama de amostra sobre 100 ml de água destilada a 25°C e determinou-se visivelmente, marcando com a ajuda de um cronometro o tempo necessário para que todas as partículas se molhem (Freudig et al, 1999).

Higroscopicidade: foi determinada segundo metodologia de Cano-Chauaca et al (2005) colocou-se 1 grama de amostra em cápsulas de vidro, colocando-as em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl (umidade relativa de 75,29%) a uma temperatura de 25 °C por 7 dias, com posterior pesagem do pó. A higroscopicidade é expressa como massa de água adsorvida (g) por 100 gramas de massa seca da amostra.

Solubilidade: solubilidade foi determinada segundo metodologia de Fastman & Moore (1984) modificada por Cano - Chauca et al (2005). Pesou-se 1 grama de matéria seca e adicionou 100 ml de água destilada sob alta velocidade de agitação em agitador magnético por 5 minutos. O pó disperso foi centrifugado a 260 rpm por 5 minutos. Uma alíquota de 2,5 ml do sobrenadante foi transferida para uma placa de petri previamente pesada e submetido à secagem em estufa a 105°C por 24 horas.

Massa específica aparente e de compactação: foram determinadas seguindo a metodologia descrita por Brasil (2005) em que a densidade aparente leva-se em consideração o volume total que o pó assume quando contido em um recipiente. Para a densidade compactada ($\rho_{compactada}$), a amostra na proveta foi compactada através do batimento da proveta e calculada como a razão entre a massa e o volume das amostras compactadas (JINAPONG; SUPHANTHARIKA; JAMNONG, 2008).

Índice de Carr (fluidez) e relação de Hausner (compactabilidade): A fluidez e compactabilidade foram expressas em termos de índice de Carr (IC) e fator de Hausner (FH), respectivamente. Os dois foram determinados a partir da densidade aparente e densidade compactada das misturas conforme as Equações 3.4 e 3.5, respectivamente:

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_b} \quad (3.4)$$

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_b}{\rho_b} \times 100 \quad (3.5)$$

Clorofila e carotenóide: Os teores de Clorofila e carotenóides foram estimados como descrito por Lichtenthaler (1987). Foi utilizado 0,3 g da matéria prima, macerado com 4,5 ml de acetona a 80% acrescida de 0,3g de carbonato de cálcio, completando-se o volume para 7,5. O extrato foi vertido para um tubo de ensaio e levado a uma centrífuga climatizada a 10 °C com rotação de 300 rpm por 10 minutos, o sobrenadante foi coletado e realizado leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm.

Flavonóides totais: foi determinada de acordo com a metodologia de Francis (1992). Inicialmente foi feito um extrato utilizando 1 grama de amostra foi misturada a 10 ml da solução de etanol e ácido clorídrico (85:15), macerado por 1 minuto, completando o volume para 25 ml, vertidos para volumétricos de 25 ml e deixados em repouso na geladeira por 24 horas. O sobrenadante foi filtrado algodão e levados para realizar a leitura em espectrofotômetro em um comprimento de onda de 374 nm.

Taninos totais: A determinação da concentração de taninos foi determinada segundo metodologia de Godstein e Swain (1963) por espectrofotometria utilizando o ácido tânico como padrão. Foram adicionados 270 μ L do extrato (diluído para obter valores de

absorbância incluídos na faixa de linearidade) e 125 μL de reagente Folincioucateau. Após 5 min, adicionou-se 250 μL de uma solução aquosa de carbonato de sódio e incubados em banho Maria a 40°C por 30 minutos. Após esse tempo as leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 765nm. Onde 20 gramas de carbonato de sódio foram pesados e diluídos em água, completando-se o volume para 100 ml. Os resultados foram expressos em miligramas de ácido tânico por g de amostra.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Caracterização do extrato de erva cidreira concentrado

Na Tabela 3.2 são apresentados os valores médios da caracterização do extrato concentrado produzido a partir do pó de folhas de erva cidreira (*Lippia alba*). Observar-se que o solvente etanol a 70% apresentou melhor resultado de extração se comparado com a água.

Tabela 3.2 - Parâmetros do extrato concentrado

Parâmetro	Extrato concentrado
Teor de extrativos	29,77
Teor de Água	91,62
Teor de Sólidos	2,4
Densidade relativa	0,99

André et al. (2013) encontrou valores de 30% para extratos hidro alcóolicos de *Lafoensia pacari* (lythraceae). Martins (2013) determinou um teor de extrativo de 30,37 e 34,75% para as folhas de cumaru. Silva et al. (2013), encontrou valores de 31% para extratos de Pereiro. Franzem (2018) estudou diversos métodos de extração a quente e a frio, encontrando valores de 7 a 71%. Os valores encontrados pelos autores apresentam - se superiores e inferiores aos da tabela 3.1.

Oliveira (2016) retrata que método extrativo influencia no rendimento dos extratos obtidos, que o solvente utilizado influencia no conteúdo final. Franzem (2018) encontrou valores de teor de água de 89,35% para extrato de flores, valor esse inferior ao encontrado no estudo, podendo essa diferença com relação à matéria prima, ou seja, as folhas apresentam mais água do que as flores.

Martins (2013) encontrou valores de sólidos e densidade para o extrato de cumaru de 0,91 e 1,25. André et al. (2013) encontrou valores de densidade para o extrato de *lafoensia pacari* de 0,8. Silva et al. (2013) encontrou valores de 0,9 para extrato de *peperomiapellúcia L.* Valores estas semelhantes aos da tabela 3.2.

3.2 - Quantificação dos compostos bioativos do extrato hidro alcóolico do pó de folhas da erva cidreira.

Os compostos bioativos são substâncias presentes nas matérias primas responsáveis por fortalecer o vegetal como medicinal. Na tabela 3.3 são apresentados os valores de Flavonóides, Clorofila, Carotenóide e Taninos presentes no extrato hidroalcoólico das folhas de erva cidreira.

Tabela 3.3 - Compostos bioativos do extrato hidroalcoólico do pó da folha de erva cidreira.

Parâmetro	Extrato hidroalcoólico do pó da folha de erva cidreira
Flavonoides (mg.100g ⁻¹)	403,88
Clorofila a (mg.100g ⁻¹)	2,60
Clorofila b (mg.100g ⁻¹)	3,62
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	37,77
Carotenoide (mg.100g ⁻¹)	99,71
Taninos	19,54

Observando-se a tabela 3.2 percebe-se que o extrato apresentou quantidades significativas de clorofilas e carotenoides. Firmo (2015) e Oliveira (2016) produziram extratos hidroalcoólicos a parti de solventes orgânicos e quantificaram os flavonóides presentes, encontrando valores de 15,7, 21,7 a 44,7.

Martins (2013) encontrou valores de taninos em extrato de cumaru de 0,01, valor este inferior ao encontrado no estudo. Pode-se perceber que o processo concentrou os taninos presentes na solução.

Os valores reportados para a espécie estudada mostram a importância da mesma quanto à utilização populacional em relação ao uso pela população para tratar as enfermidades. De acordo com Firmo (2015) Os compostos que apresentam atividades antioxidantes concentram-se preferencialmente nos extratos mais polares (etanol e água). Isso se observa na tabela 3.1, onde mostra que o extrato está concentrado de bioativos

3.3 - Produção do extrato seco de erva cidreira em spray drying

A Tabela 3.4 mostra os resultados obtidos durante os ensaios de secagem em secador spray drying.

Tabela 3.4 - Variáveis dependentes dos ensaios de secagem

Variáveis		Resultados obtidos na secagem					
Exp	T (°C)	W _s (g/min)	R (%)	A _c (%)	TE (g/min)	X _p (%)	A _w
1	50	4	22,94	77,02	3,44	0,08	0,49
2	50	6	27,94	72,07	5,5	0,08	0,47
3	70	4	45,92	54,08	3,1	0,05	0,22
4	70	6	49,78	50,22	4,33	0,06	0,2
5	60	5	41,49	58,51	4,59	0,07	0,4
6	60	5	40,87	59,13	4,18	0,07	0,41
7	60	5	38,74	61,26	4,44	0,06	0,4

R – Rendimento; A_c – Taxa de acúmulo; Te - Taxa de evaporação; X_p - Teor de água; A_w - Atividade de água.

A partir das variáveis respostas pode-se escolher a melhor condição de secagem, que neste caso foi a condição do experimento 4, com temperatura maior e vazão de suspensão maior. Mostrando um melhor rendimento, menor umidade e menor atividade de água. Produto esse propício à armazenagem, devido a sua baixa umidade e atividade de água.

Tabela 3.5 – Análise de variância para as variáveis dependentes a 95% de confiança

Parâmetro	% coeficiente de determinação (R ²)	F _{Calculado}	F _{tabelado(3,3)}
Taxa de recuperação	94,92	18,71165	9,28
Taxa de acúmulo	94,94	18,74286	9,28
Taxa de evaporação	93,20	13,70013	9,28
Teor de água	90,86	9,947368	9,28
Atividade de água	92,55	12,42373	9,28

Na Tabela 3.5 encontram-se os valores dos coeficientes de determinação e o F_{Calculado} e F_{tabelado}, obtidos por meio da análise de variância (ANOVA) realizada no planejamento experimental. Com isso, é possível observar que as variáveis dependentes apresentaram coeficientes de determinação com valores aceitáveis e coerentes, podendo ser considerado altamente significativo e com modelo com alto ajuste.

O teste F, foi significativo ao nível de significância estabelecido (95%) para todas as variáveis dependentes, pois, de acordo com Rodrigues & Iemma (2014), o modelo só é estatisticamente significativo quando o valor de $F_{\text{Calculado}}$ for superior ao de F_{tabelado} , sendo esse o comportamento observado pelas variáveis impostas.

3.4 - Caracterização físico-química, física e química do extrato seco em spray drying

A tabela 3.6 mostra os parâmetros físicos, físico químico e químicos do extrato seco em pó obtido por aspersão.

Tabela 3.6 - Parâmetros químicos e físico-químicos do extrato seco de erva cidreira

Parâmetro	Extrato seco de erva cidreira
Teor de Água	0,06
Rendimento	49,78
Atividade de água	0,2
Cinzas	0,9
Molhabilidade	0,016
Higroscopicidade	0,0068
Solubilidade	88
Massa específica	0,56
Massa específica de compactação	4,17
Fator de Hausner	20,83
Índice de Compressibilidade	95,2
Cor	
a*	2,23
b*	28,97
L*	40,63

A tabela 3.6 mostra as propriedades do produto obtido na cinética, observando que o produto apresenta resultados satisfatórios. O teor de água foi próximo as encontrados por Souza et al. (2015) que foi de 3,4 e 4,5 para *bauhinia forficata* e *passiflora alata*, como também encontrado por Machado (2017) que foi de 4,15 para *Spondiamombin*.

O teor de cinzas mostra a presença de areia e terra Sicilia quando observado o valor de 0,9. Observa-se que o produto é bastante solúvel com uma solubilidade em torno de 88%,

se comparado ao estudo de Santos (2014) que encontrou solubilidade muito baixa pra os produtos estudados (capim limão, chá verde e hibisco) retratado pelo autor como não significativa para o processo de secagem. Pouco higroscópico, tornando o produto propício para armazenamento.

A massa específica aparente (0,56 g/mL) revela que os resíduos tendem a não se compactarem completamente, gerando os espaços vazios entre as partículas do produto. Machado (2017) encontrou uma específica para folhas de *Spondiamombin* de 0,3, valor inferior ao estudo. O índice de compressibilidade foi superior se comparado ao estudo feito por Machado (2017) que foi de 69,5.

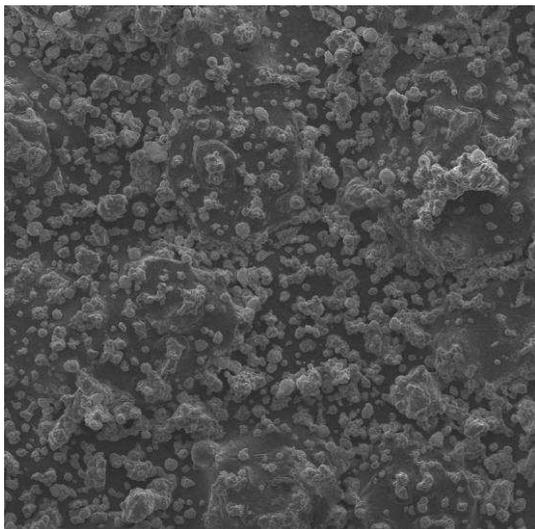
Observa-se um escurecimento na cor das amostras com relação ao valor de a^* que foi de 2,23, e uma luminosidade de 40,63, valores semelhantes se comparados ao estudo de Pimentel (2016) que secou folha de angico branco, obteve coloração escura opaca, características de produtos secos. Quanto mais expostos a temperaturas, mas a cor muda. Ou seja, a amostra foi submetida a uma temperatura de 70°C, passando a ficar exposta ao processo, facilitando o escurecimento se comparado a cor do mesmo produto em uma temperatura mais baixa. De qualquer forma, a temperatura é responsável pelo escurecimento das amostras.

Com relação a atividade de água, observa-se que o produto apresentou valor inferior se comparado ao estudo de Santos (2014) que encontrou valores de 0,3 para o capim limão, o chá verde e o hibisco.

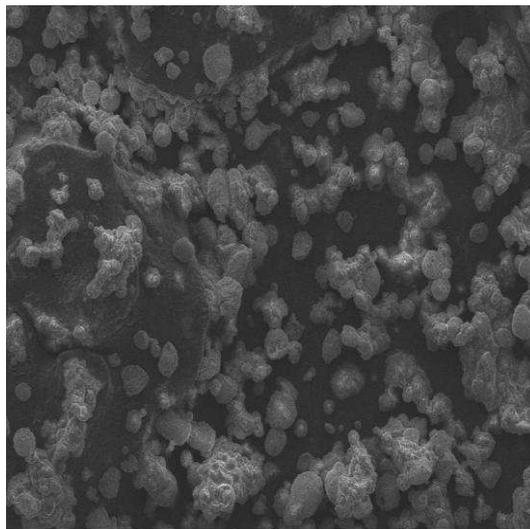
3.4.1 - Microscopia Eletrônica de Varredura

Na figura 3.1 pode ser visualizada as micrografias do extrato seco em spray drying, obtidas em aumento de 50, 100, 250, 500, 1000, 2000, do experimento 4.

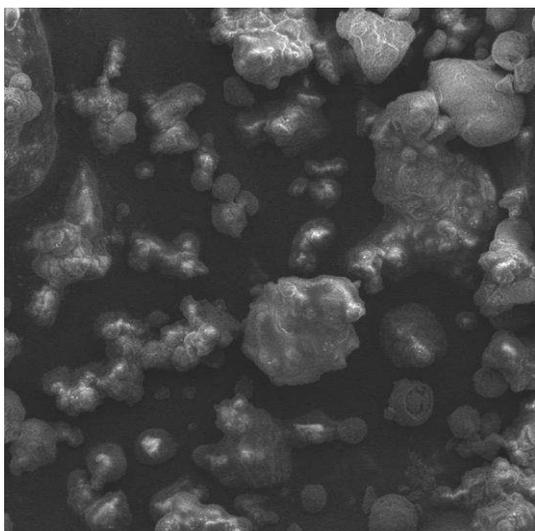
Figura 3.1 - Fotomicrografias do extrato seco obtido em spray drying nas condições de secagem 70 °C e 6g/min



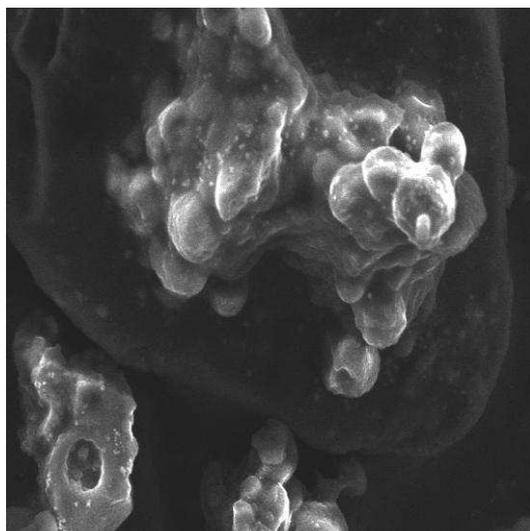
Aumento de 250X



Aumento de 500X



Aumento de 1000X



Aumento de 2000X

Observa-se nas figuras que o extrato seco nas condições de 70 °C, com vazão de suspensão de 6 g/min., pressão de 3 bar e 20% de adjuvante de secagem, apresentaram uniformidade com formatos esféricos irregulares e formatos indefinidos embora quase partículas tenham tamanhos próximos, pode-se observar que algumas existe variações, pois estão em ampliações diferentes.

Gallo (2011) avaliou o comportamento do extrato seco de Cáscara sagrada e notou aspectos irregulares nos tamanhos das partículas.

3.5 - Caracterização dos compostos Bioativos do extrato seco

Na tabela 3.7 são apresentados os valores de Flavonóides, Clorofila, Carotenóide e Taninos do pó de erva cidreira.

Tabela 3.7 - Compostos bioativos do extrato seco de erva cidreira.

Parâmetro	Extrato seco de erva cidreira
Flavonóides (mg.100g ⁻¹)	536,06
Clorofila a (mg.100g ⁻¹)	0,209
Clorofila b (mg.100g ⁻¹)	0,148
Clorofila total (mg.100g ⁻¹)	30,58
Carotenóide (mg.100g ⁻¹)	7,63
Taninos	84,87

Observando-se a tabela 3,6 percebe-se que o extrato seco da planta apresenta uma quantidade de flavonóides e taninos considerável, podendo perceber que a secagem concentra esses bioativos presente nas folhas.

Com relação aos flavonóides presentes no extrato seco da erva cidreira, observa-se que o valor encontrado foi bem semelhante aos encontrados por Newton Junior (2011) que estudou secagem de *C. pyramidalis*, *E. Velutina* e *A. Cearensee*, encontrado valores de 569, 592,1 e 686,4.

Em relação à quantificação de carotenóides, a temperatura influencia na concentração do mesmo, ou seja, a temperatura utilizada nesse estudo degradou esse nutriente. Segundo Newton Junior et al.(2011) a variação da cor durante o processo de secagem pode identificar a degradação de nutrientes como os carotenóides, encontrando um valor 1,4, 0,4 e 0,1 para os extratos secos de *C. pyramidalis*, *E. Velutina* e *A. Cearensee*. Essa variação no teor de clorofila a, b e carotenóide também pode ser um indicativo na mudança da coloração.

Em se tratando da concentração de taninos presentes nas folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) Santos (2018) encontrou valores de 58,43 para o pó de folhas de *Croton linearifolius*, valores estes menores do que o encontrado neste estudo. Isso reporta que a secagem se mostrou eficaz na obtenção do pó em relação à concentração de taninos.

Logo, os valores dos compostos bioativos reportados neste estudo se mostraram satisfatórios quanto ao processo utilizado.

4 - CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que o extrato hidro alcóolico produzido a partir do pó das folhas da erva cidreira (*Lippia Alba*) apresentaram resultados significativos para todas as análises realizadas. Atendendo aos objetivos do estudo que é produzir um extrato concentrado de compostos bioativos, aumentando com isso a probabilidade de se produzir um fitoterápico a base da planta estudada.

Os resultados mostram que a planta estudada apresenta compostos bioativos em quantidades significativas, que as deixa em uma boa posição na lista de plantas utilizadas pela população para o tratamento de enfermidades.

Diante o exposto conclui-se que:

A temperatura e vazão de suspensão são fatores que influencia nas significativamente nas condições de secagem, ou seja, influenciam positivamente na concentração das propriedades físicas e químicas do extrato seco obtido.

A alta temperatura influencia na recuperação, acúmulo umidade e atividade de água do produto.

A vazão de suspensão influencia diretamente no teor de evaporação do produto.

Quanto a caracterização físico-química do produto obtidos, todas foram satisfatórias, mostrando que o produto é bastante solúvel, pouco higroscópico e baixo teor de umidade.

Em relação ao tamanho das partículas, o extrato seco obtido apresentou diferença considerada mínima na distribuição granulométrica, variando minimamente os diâmetros

Em relação aos compostos bioativos presentes no extrato obtidos, houve uma alta concentração de flavonóides, taninos

Co relação a quantidade de clorofila e carotenóides presentes no produto obtidos, verificou-se que ambos degradaram durante o processo de secagem, quando submetidos a altas temperaturas, escurecendo o produto.

O processo de secagem em secador por aspersão é uma técnica adequada para a secagem de extrato de folhas de erva cidreira, possibilitando maior uniformidade e estabilidade para o produto seco obtido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAMIRANO-FORTOUL, R; ROSSELL, C. M. Physicochemical changes in breads from bake off technologies during storage. **Food Science and technology**, v.44, p. 631-636, 2011.

ANDRÉ , A. R.G. M; SILVA, A. P. F; VASCONCELOS, E. M. caracterização físico-química do material vegetal de extratos de CetrunLaevigateu SCHLTDL (*Solanaceae*). **Caderno de graduação - Ciências Biológicas e da saúde Fits**, v.1, n.2, p. 11-19, 2013.

BRAGA, C. M.. **Qualidade da folha de curcuma longa L. desidratada obtida com diferentes métodos de secagem**. Dissertação. Ciência e tecnologia de alimentos. Universidade federal de Goiás. Goiânia, 2016. 106p.

BRASIL, M. D. S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 1017 p. 2005.

CANO- CHAUACA, M; STRINGUETA, P. C; RAMOS, A. M; CAL-VIDAL, J. Effect of the Carriers of the Microstructure of mango powder obtained spray drying and its functional characterization. **Innovative food emerging technologies**, v. 6, p. 420-428, 2005.

COSTA, I. C. F. A importância da atenção farmacêutica no uso de fitoterápicos emagrecedores contendo sene (*Cassia angustifolia* vanh). **Revista online IPOG Especialize**, 2015

Farmacopeia Brasileira. São Paulo: Atheneu, 2010..

FIRMO, et al. Determinação de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de *Lafoensia pacari* (Lythraceae). **Revista eletrônica de farmácia**. V. XII (1), 1-10. 2011.

FRANCIS, F. J. Análises of anthocyanins. In: Markakis, P. (Ed). Anthocyanins as food colors. **New York: Academic**, P. 181-207, 1992.

FRAZEN, F. L; FRIES, L. L. M; OLIVEIRA, M, S. R; LIDÓRIO, H. F; MENEGES, J. F; LOPES, S. J. Teor e rendimento de extratis de fliores obtidos por diferentes métodos e períodos de extração. **Acta – Iguazu**, 2018.

FREUDIG, B; HOGKAMP, S; SCHUBERT, H. Dispersion of powders in liquids in a stirred vessel. **Chemical engineering and processing**. Amsterdam, v. 38, n.4-6, p. 525-532. 1999.

GALLO, L; LLABOT, J.M; ALLEMANDI, D; BUCALÁ, V; PINA, J. Influence of spray - drying operating conditions on *Rhamnus purshiana* (Cascárasagrada) extract powder physical properties. **Powder Technology**, v. 208, n.1, 9p, 2011.

GOLDSTEIN, J. L; SWAINT, T. Changes in tannis in ripening fruits. **Phytochemistry**, v. 2, p. 371-383. 1963.

- JINAPONG, N.; SUPHANTHARIKA, M.; JAMNONG, P. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n. 2, 2008
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls e carotenoides pigments of photosyntheticbiomembranes: in Racker, L; Douce. R (eds) **Methods in enzymologi**, Londom, v.148, p. 350 -382, 1987
- MACHADO, J. C. B. Secagem por apersão de extrato de *Spondiasmombin*. **XI Simpósio Brasileiro de Farmacognosia e XVI Simpósio Latinoamericano de Farmacobotanica**. Curitiba. 2017.
- MARTINS, J. B. **Obtenção de extrato seco de cumaru pelo processo de secagem em leito de jorro**.Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande. 2013, 126p.
- NEWTON, JÚIOR, O. R; FERNANDEZ, L. G; SILVA, L. C; GUALBERTO, S. A; PEREIRA, M. L. A; SILVA, M. V. Composto bioativos e capacidade antioxidante de extratos brutos de espécies vegetais da caatinga. **Braz. J. technol.** Campinas, v.4, n.1, 2011.
- OLIVEIRA, V.B; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C.F.; PAULA, C.S.; DUARTE, A.F.S; MIGUEL, M. D; MIGUEL, O. G. Efeito de diferentes técnicas extrativas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clae-dad de *dicksonia sellowiana (presl.)*. *Hook, dicksoniaceae*. **Rev. Bras. Pl. Med.** Campinas, v.18, n.1, supl. I, p.230-239, 2016.
- PEREIRA, M. P. Equilíbrio e Cinética de dessorção de água na malva. **Dissertação em tecnologia biomédica**. Instituto politécnica de Bragança. (IBP). 2014. 35p.
- PIMENTEL, V. D. Secagem do extrato hidro alcoólico de *Anadenanthera colubrina* pór spray drying. *Revista meio Norte de medicina laboratorial*, v. 2, n. 1. 2016.
- RODRIGUES, M. I; IEMMA A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos**. Campinas: Casa do Pão Editora, 3.ed., 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 flavonóides totais de extratoos obtidos dos caules de *crotonhlinearifolius* (Euphorbiaceae). **58º congresso brasileiro de química**. São Luis/ MA. Novembro 2018.
- 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 (*CybopongomCitratos D. C*), Chá verde (*Camelliasinenses L.*) e Hibisco (*Hibiscussabdariffa L.*). **Geintec**, v.4, n.4, 2014.
- SILVA, R. C.; FERNANDES, P. R. D.; MORAES, A. R.; BIZERRA, A. M. C. Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro). In: **IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, 2013**. Anais. Currais Novos/RN, IFRN, 8p.

SOUZA, A. V; FERNANDO, 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**. 2016.

SOUZA, F. C. MARTINS, J. J. A; ROCHA, A. P. T; GOMES, J. P; PESSOA, T; MARTINS, J. N. Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de ZiziphusJoazeiro Mat. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Campinas, v. 17, n. 2. p. 195-200, 2015.

ZENEON, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). Procedimentos e determinações gerais. Em: ZENEON, O.; PASCUET, NS; TIGLEA, P. (Coord.). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho estudou as folhas de erva cidreira (*Lippia alba*) com o intuito de concentrar os compostos bioativos presentes através de técnicas de secagem.

Para isto foram traçados objetivos, onde foram divididos em capítulos e cada capítulo abordando uma etapa de obtenção do produto final.

Diante o exposto, concluiu-se que todos os objetivos traçados foram alcançados, tendo obtido um produto final com suas características preservadas e concentradas. Produto este de boa qualidade para atender as exigências da indústria de fitoterápicos