



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



ISLANNY ALVINO LEITE SOARES

**OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE MASTRUZ (*Chenopodium
ambrosioides* L.): ESTUDO EXPERIMENTAL E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO**

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

ISLANNY ALVINO LEITE SOARES

OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE MASTRUZ (*Chenopodium ambrosioides* L.): ESTUDO EXPERIMENTAL E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutora.

Área de concentração: Desenvolvimento de Processos

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva (UFCG)

Orientadora: Prof^a. Dra. Ana Paula Trindade Rocha (UFCG)

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

S676o Soares, Islanny Alvino Leite.
Obtenção de extratos de folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.): estudo experimental e otimização do processo / Islanny Alvino Leite Soares. – Campina Grande, 2021.
79 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.
"Orientação: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva, Profa. Dra. Ana Paula Trindade Rocha".

Referências.

1. Plantas Medicinais. 2. Desenvolvimento de Processos – Engenharia. 3. Folhas de Mastruz – Concentração e Rendimento. 4. Taninos Totais – Folhas de Matruz. 5. Secagem – Evaporador Rotativo. I. Silva, Osvaldo Soares da. II. Rocha, Ana Paula Trindade. III. Título.

CDU 633.88:620.11(043)

ISLANNY ALVINO LEITE SOARES

OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE MASTRUZ (*Chenopodium ambrosioides* L.): ESTUDO EXPERIMENTAL E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO

APROVADO EM: 09/03/2021

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva - UAEAli/CTRN/UFCG
Orientador



Profª Drª. Ana Paula Trindade Rocha - UAEAli/CTRN/UFCG
Orientadora



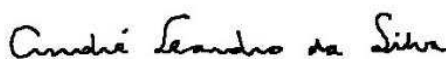
Profa. Drª Mércia Melo de Almeida Mota- UAEAli/CTRN/UFCG
Examinadora Externa



Profª Dra. Ângela Maria Santiago - DQI/UEPB
Examinadora Externa



Engenheiro Dr. Silvio Alves Moreira - SEMADS
Examinador Externo



Prof. Dr. André Leandro da Silva - CSTR/UFCG
Examinador Externo

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Joaquim, meu menininho,
presente de Deus ainda no meu ventre,
me acompanhou nessa jornada final,
sempre mostrando sinais diários de sua existência.
Jamais esquecerei essa fase.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por ter me dado a força necessária para chegar até aqui, sobretudo diante de uma fase tão penosa para mim nessa etapa final, cheia de náuseas, sono e cansaço.

Agradeço à minha família, em especial meu esposo, por todo apoio recebido, em palavras e ações. Foram dias difíceis, mas vocês me ajudaram a superar as dificuldades.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Osvaldo e Profa. Ana Paula, por todo o esforço e dedicação na realização desse trabalho. Minha eterna gratidão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da UFCG na pessoa do Coordenador Prof. Dr. Antonio Gilson Barbosa e da secretária Fátima, pela disponibilidade em sempre nos atender e pela oportunidade em me qualificar profissionalmente neste Programa de Pós-Graduação.

Aos avaliadores da banca examinadora por aceitarem o convite e por suas valiosas contribuições no decorrer desse trabalho de tese.

Ao engenheiro Dr. Silvio Moreira, por todo seu apoio e dedicação em nos ajudar na elaboração dos planejamentos e dos processos e até no funcionamento do evaporador rotativo. Sempre que eu ligava e precisava, ele aparecia por lá. Gratidão!

Ao Prof. e coordenador do LANA, André Leandro, por ceder os espaços dos laboratórios para as análises de uma maneira tão simpática e gentil, sempre nos acolhendo e nos ajudando com suas contribuições, foi gratificante perceber a presteza e rapidez em nos atender nesse pleito. Obrigada!

Ao Prof. e coordenador do Laboratório de Farmacologia, Onaldo Guedes, por nos atender desde o dia em que entramos em contato com ele, disponibilizando tempo para nos mostrar o espaço e funcionamento dos equipamentos, e até entregando as chaves do laboratório para a nossa labuta diária.

Ao Prof. Francisco de Assis, por nos ajudar com a estatística do trabalho mesmo de longe. Gratidão!

À Coordenadora do Viveiro e Horto Florestal, Prof. Patrícia Souto, por nos permitir utilizar o espaço para produzir e coletar as amostras de mastruz.

Aos colegas de turma pelas amizades construídas.

À minha companheira de laboratório, Amanda, pela companhia e ajuda.

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram nessa jornada. Essa conquista também é de vocês.

SOARES, I.A.L. **OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE FOLHAS DE MASTRUZ (*Chenopodium ambrosioides* L.): ESTUDO EXPERIMENTAL E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO.** 2021. 79f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

RESUMO

O mastruz (*C. ambrosioides* L.) é uma planta bem conhecida no Brasil, bastante utilizada pela população e se encontra listada na RENISUS - Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do Sistema Único de Saúde. O presente trabalho objetivou-se estudar e caracterizar as folhas de mastruz *in natura* e as folhas secas; avaliar os efeitos do método de extração, da temperatura e do tipo de solvente sobre o rendimento e a secagem dos extratos das folhas de mastruz; obter extrato seco mediante concentração em evaporador rotativo e secagem ambiente, com avaliação do teor de taninos totais, para aumento da capacidade fitoterápica da planta. O trabalho foi dividido em dois capítulos, onde o capítulo um aborda o processo para a obtenção de extratos concentrados das folhas de mastruz obtidos nas condições experimentais estudadas em evaporador rotativo, e o outro aborda as propriedades físico-químicas e de taninos totais das folhas *in natura*, folhas secas, extração com o uso de solventes orgânicos utilizando diferentes técnicas com análise de rendimentos e teores de taninos, obtenção e caracterização de extrato seco em pó obtido por secagem em liofilizador. O pó bruto obtido mediante concentração em evaporador rotativo apresentou bom rendimento (77,08%), baixo teor de água (6,0%), alta solubilidade (64,0%), boa fluidez e estabilidade e alta concentração de taninos (81,36 mg/g). As folhas *in natura* (57,24 mg/g) e as folhas secas (84,18 mg/g) concentraram bem os taninos totais. Os extratos com solventes orgânicos apresentaram significativos valores de rendimento global (4,0 a 37,3%) e teores de taninos (0,700 a 2,238 mg/g). A técnica de maceração estática apresentou um maior efeito sobre o rendimento, e a técnica de infusão foi a mais eficiente em concentrar taninos totais. Os mais elevados rendimentos, teores de taninos e teores de sólidos foram encontrados nos extratos utilizando como solventes água, metanol e etanol. O pó do extrato de mastruz liofilizado apresentou um ótimo rendimento (88%), baixo teor de água (8,1%) boa fluidez e coesividade intermediária, mostrando com isso que as técnicas utilizadas são apropriadas para a secagem das folhas em estudo. Os resultados obtidos demonstram que o processo de secagem pelas técnicas estudadas pode ser uma alternativa atrativa e promissora para o desenvolvimento de produtos intermediários padronizados de *C. ambrosioides*. Diante do exposto, concluiu-se que 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.

Palavras-chave: Concentração, rendimento, taninos totais, folhas de mastruz.

SOARES, I.A.L. **OBTAINING MASTRUS LEAF EXTRACTS (*Chenopodium ambrosioides* L.): EXPERIMENTAL STUDY AND PROCESS OPTIMIZATION.** 2021. 79f. Thesis (Doctorate in Process Engineering) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, 2021.

ABSTRACT

The mastruz (*C. ambrosioides* L.) is a well-known plant in Brazil, widely used by the population and is listed on RENISUS - National List of Medicinal Plants of Interest to the Unified Health System. The present study aimed to study and characterize the mastruz leaves in natura and the dry leaves; evaluate the effects of the extraction method, temperature and type of solvent on the yield and drying of extracts from the mastruz leaves; obtain dry extract by concentration in a rotary evaporator and room drying, with an evaluation of the total tannin content, to increase the plant's phytotherapeutic capacity. The work was divided into two chapters, where chapter one addresses the process for obtaining concentrated extracts of the mastruz leaves obtained in the experimental conditions studied in a rotary evaporator, and the other addresses the physical-chemical and total tannin properties of the leaves in nature, dry leaves, extraction using organic solvents using different techniques with analysis of yields and tannin contents, obtaining and characterizing dry powder extract obtained by drying in freeze dryer. The raw powder obtained by concentration in a rotary evaporator showed good yield (77.08%), low water content (6.0%), high solubility (64.0%), good fluidity and stability and high concentration of tannins (81,36 mg/g). Fresh leaves (57.24 mg/g) and dry leaves (84.18 mg/g) concentrated the total tannins well. The extracts with organic solvents showed significant values of global yield (4.0 to 37.3%) and tannin levels (0.700 to 2.228 mg/g). The static maceration technique had a greater effect on yield, and the infusion technique was the most efficient in concentrating total tannins. The highest yields, tannins and solids were found in the extracts using water, methanol and ethanol as solvents. The lyophilized mastruz extract powder showed an excellent yield (88%), low water content (8.1%), good fluidity and intermediate cohesiveness, thus showing that the techniques used are appropriate for drying the leaves under study. The results obtained demonstrate that the drying process by the studied techniques can be an attractive and promising alternative for the development of standardized intermediate products of *C. ambrosioides*. Given the above, it was concluded that the objectives set were achieved, having obtained a final product with its characteristics preserved and concentrated. This product is of good quality to meet the requirements of the herbal medicine industry.

Keywords: Concentration, yield, total tannins, mastruz leaves.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Folhas de mastruz (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.)	16
Figura 2: Agitador magnético com aquecimento	29
Figura 2.1: Evaporador rotativo utilizado nos ensaios de secagem	30
Figura 2.2: Amostra de 200 g de extrato utilizada em cada ensaio	31
Figura 2.3: Amostra ao fim da secagem	31
Figura 2.4: Teor de sólidos ao longo da variável independente concentração de etanol.	40
Figura 2.5: Extrato seco de mastruz	47
Figura 3: Estufa para secagem das folhas <i>in natura</i>	56
Figura 3.1: Moinho de facas	56
Figura 3.2: Extrato seco de mastruz.	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Matriz de Planejamento $2^4 + 3$ pontos centrais dos extratos para concentração em evaporador rotativo.	32
Tabela 1.1: Variáveis dependentes dos ensaios de secagem em evaporador rotativo.	37
Tabela 1.2: ANOVA para a taxa de evaporação no processo.	39
Tabela 1.3: Coeficiente de correlação entre as variáveis estudadas.	42
Tabela 1.4: Parâmetros dos extratos concentrados em evaporador rotativo.	43
Tabela 1.5: Parâmetros físico-químicos e de taninos totais do extrato seco de mastruz.	45
Tabela 2: Parâmetros físicos – químicos e de taninos totais da folha do mastruz “ <i>in natura</i> ”	61
Tabela 2.1: Parâmetros físico-químicos e de taninos totais da folha seca de mastruz.	63
Tabela 2.2: Propriedades relevantes dos solventes utilizados nas extrações.	66
Tabela 2.3: Rendimento global de extrato de <i>C. ambrosioides</i> obtido por solventes orgânicos.	67
Tabela 2.4: Parâmetros dos extratos com diferentes técnicas e solventes orgânicos.	69
Tabela 2.5: Parâmetros físico-químicos do extrato seco liofilizado de mastruz (H ₂ O).	71

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo geral	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Plantas Medicinais	14
2.2 <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	15
2.2.1 Descrição botânica	15
2.2.2 Composição química	16
2.2.3 Usos e indicações terapêuticas	17
2.3 Extratos vegetais	18
2.4 Concentração em Evaporador Rotativo	19
2.5 Taninos	20
REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO I: Processo de obtenção de extrato concentrado de folhas de mastruz (<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.) em evaporador rotativo	27
CAPÍTULO II: Caracterização físico-química de folhas de mastruz: aplicação de diferentes processos de extração e influência sobre o rendimento e teor de taninos	53
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um crescente interesse mundial por produtos advindos da biodiversidade e, nesse contexto, o Brasil se encontra em uma posição de destaque, sendo detentor de grande diversidade biológica, despontando com uma grande variedade de espécies vegetais com potencial medicinal (GADELHA et al., 2015). O Brasil possui uma elevada biodiversidade composta por vários biomas e ecossistemas, com uma flora rica em espécies amplamente utilizadas na medicina popular, além de apresentar uma rica tradição no uso das plantas com potencial bioativo, aspecto importante para o desenvolvimento dessa terapêutica (FERREIRA et al., 2016).

Muitos fatores têm contribuído para que as plantas medicinais sejam muito utilizadas por todo o mundo, podendo destacar o baixo custo, fácil obtenção, poucos efeitos adversos, tradição cultural e preferência por produtos naturais, como também a dificuldade do acesso a medicamentos nos serviços de saúde em algumas localidades (MACHADO, 2017).

Esse interesse por produtos com potencial terapêutico vem crescendo de forma significativa, tanto no Brasil como no mundo. Em virtude disso se torna essencial, além das práticas agrícolas sustentáveis e mais eficientes, o desenvolvimento de técnicas eficientes de secagem, armazenamento e extração para que a biomassa produzida pela planta e suas propriedades químicas possam ser aproveitadas de forma integral e efetiva (TABALDI et al., 2012).

As matrizes vegetais com suas complexidades propõem uma padronização do processo extrativo, que está inteiramente relacionado com a qualidade, eficácia e a segurança do fitoterápico (DOBIAS et al., 2010). A técnica de extração e o grau de divisão do material vegetal são fatores que se tornam fundamentais, já que influenciam na eficiência do processo (GIL-CHÁVEZ et al., 2013). Desta maneira, esses fatores devem ser uniformizados, visando à aquisição de um produto final tecnologicamente viável a preços acessíveis (CARDOSO, et al., 2017).

Dentre as espécies com potencial terapêutico está o mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.), uma planta medicinal muito utilizada, que apresenta distribuição ampla pelo Brasil e pelo mundo, sendo considerada pela Organização Mundial da Saúde como uma das espécies mais utilizadas entre os remédios tradicionais na medicina popular (SÉRVIO et al., 2011; BLANCKAERT et al., 2012).

A Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do Sistema Único de Saúde – SUS (RENISUS) é uma lista que possui cerca de 70 espécies de plantas com potencial

terapêutico usadas na medicina popular com o objetivo de apoiar a fitoterapia e incentivar pesquisas para validar as propriedades farmacológicas dessas plantas. *C. ambrosioides* L. que é uma planta bem conhecida e bastante utilizada pela população, se encontra listada na RENISUS (BRASIL, 2009).

Trabalhos na literatura indicam a presença de compostos fenólicos e com atividade antioxidante e anti-inflamatória nas folhas do mastruz (ALMEIDA, 2013; HU et al., 2015; SONG et al., 2015). Desta forma, é importante a caracterização química e biológica destes extratos para a determinação do teor de compostos fenólicos das mesmas, a exemplo dos taninos, a fim de que se possam utilizar todos os benefícios que as folhas do mastruz podem oferecer.

Alguns estudos encontraram quantidades significativas de compostos bioativos na folha do mastruz, com destaque para o alto teor de taninos (43,27%) (ALMEIDA, 2014). Porém, não foi encontrada na literatura uma metodologia otimizada padrão, a saber, que possa extrair a maior quantidade de compostos bioativos das folhas de mastruz. As variáveis que mais se diferem nos estudos são o tempo de extração, o grau de hidratação do etanol e a temperatura utilizada na preparação dos extratos.

1.1 Objetivo geral

Otimizar o processo de obtenção de taninos totais da folha de mastruz através de experimentos definidos por um planejamento fatorial fracionado em um processo com duas operações unitárias: extração e evaporação, com as variáveis exploratórias: tempo de extração, concentração do extrato/tipo de solvente, temperatura de extração e temperatura de evaporação.

1.2 Objetivos específicos

- Caracterizar físico-quimicamente as folhas de mastruz *in natura* (*Chenopodium ambrosioides* L.);
- Quantificar os taninos totais presentes nas folhas de mastruz *in natura* (*Chenopodium ambrosioides* L.);
- Realizar caracterização físico-química e dos taninos totais das folhas secas de mastruz;
- Avaliar os efeitos do método de extração, da temperatura e do tipo de solvente sobre o rendimento dos extratos das folhas de mastruz;
- Obter parâmetros de processo otimizados em relação ao rendimento global de extração dos extratos das folhas de mastruz;
- Avaliar o teor de taninos totais nos extratos das folhas de mastruz obtidos nas condições de extração estudadas nas cinéticas;
- Identificar o melhor solvente/mistura para a extração de taninos totais e rendimento dos extratos para utilizá-los em estudos futuros;
- Concentrar os extratos avaliando a eficiência do processo e princípios bioativos;
- Caracterizar o extrato concentrado quanto às propriedades físico-químicas e dos taninos totais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Plantas Medicinais

Há milhares de anos as pessoas vêm descobrindo e utilizando plantas medicinais e substâncias químicas para curar doenças infecciosas. As plantas têm sido fontes naturais de inúmeros compostos usados para curar e manter a saúde humana. Brasil (2018) define planta medicinal como uma espécie vegetal cultivada ou não, utilizada com propósitos terapêuticos e/ou profiláticos. Chama-se planta fresca aquela coletada no momento de uso e planta seca a que foi precedida de secagem, equivalendo à droga vegetal.

O Brasil possui cerca de 10% de toda a flora mundial e apenas 1% dessas espécies já foram investigadas, sendo que a nível mundial, algumas das espécies ainda não investigadas química e farmacologicamente pertencem ao “arsenal” fitoterápico que é utilizado pelo homem desde épocas remotas, muitas vezes com bons resultados (CUNHA, 2019).

As pesquisas científicas têm como base a comprovação da identidade botânica, a composição química de drogas vegetais, a obtenção, a identificação e a análise de princípios ativos, bem como a determinação da ação farmacológica e das propriedades tóxicas. Não basta facilitar o acesso da população a essa terapia, é preciso garantir informações imprescindíveis para assegurar a sua utilização de forma correta (BRASIL, 2016).

A Organização Mundial de Saúde, leva em consideração a cultura e a biodiversidade existentes no Brasil, tendo em vista a complexidade que envolve a fitoterapia, e a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) que objetiva ampliar o acesso a plantas medicinais, fitoterápicos e serviços relacionados à fitoterapia, voltada para a segurança, eficácia, qualidade e integralidade da atenção à saúde dos brasileiros, além do desenvolvimento da cadeia produtiva e da indústria nacional (MACHADO et al., 2012; IBIAPINA, 2014).

A Portaria n.º 3916/98, que aprova a Política Nacional de Medicamentos, estabelece, no âmbito de suas diretrizes para o desenvolvimento científico e tecnológico que: “...deverá ser continuado e expandido o apoio às pesquisas que visem o aproveitamento do potencial terapêutico da flora e fauna nacionais, enfatizando a certificação de suas propriedades medicamentosas” (BRASIL, 2016).

Devido ao fácil acesso aos produtos advindos de plantas medicinais e também, devido as parasitoses serem doenças amplamente conhecidas, boa parte da população usa ou já usou algum tipo de fitoterápico para este fim. Porém, esse tipo de produto não pode ser utilizado de

forma indiscriminada e abusiva devido ao falso entendimento de que tudo que é natural pode ser utilizado em demasia, todavia, pode levar ao surgimento de danos à saúde (RAMOS; PAVANELLI, 2014).

Existem medicamentos que são lançados no mercado e que, por serem designados “naturais”, são usados pela população sem que se tenha realizado um estudo mais detalhado sobre a sua composição química e a sua toxicidade. Portanto, é imprescindível que os estudos com plantas medicinais sejam estimulados, não só pelo esclarecimento à população que as utiliza, mas também por haver no Brasil uma riqueza de espécies ainda não estudadas, que constituem uma promissora fonte de novas drogas (BRASIL, 2016).

2.2 *Chenopodium ambrosioides* L.

A planta *C. ambrosioides* é originária da América, provavelmente do México, sendo atualmente cosmopolita. No Brasil, é amplamente disseminada, vegetando especialmente em lugares férteis, e em torno de habitações, hortas, jardins e roças (LAMEIRA; PINTO, 2008).

Além de Erva-de-Santa-Maria, essa planta também é popularmente conhecida por mastruço, mastruz, ambrosia, canudo, erva-santa, mata-cobra, anserina-vermífuga, erva das lombrigas. É uma planta herbácea, bastante difundida (SANTOS; CORREA, 2006). *C. ambrosioides* L. surge espontaneamente, mas também é, por vezes, cultivada em jardins, quintais ou áreas agrícolas (BLANCKAERT et al., 2012).

A RENISUS (Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS) é constituída de espécies vegetais com potencial de avançar nas etapas da cadeia produtiva e de gerar produtos de interesse do Sistema Único de Saúde (SUS) e do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL, 2009). As plantas medicinais presentes na relação supracitada já são utilizadas pela população através do conhecimento popular e/ou tradicional, incluindo o mastruz (BRASIL, 2016).

2.2.1 Descrição botânica

Chenopodium ambrosioides L. é uma planta medicinal herbácea, pertencente à família Amaranthaceae. O gênero *Chenopodium* L. compreende cerca de 100 espécies, a maioria destes são cosmopolitas e estão distribuídos principalmente nas regiões subtropicais e temperadas (KOKANOVA-NEDIALKOVA et al., 2011).

Conhecida popularmente como mastruz com até 1 metro de altura (Figura 1), possui folhas simples, alternas, pecioladas, de tamanhos diferentes, flores pequenas, verdes, dispostas em espigas axilares densas. Frutos muito pequenos do tipo aquênio, esféricos, pretos e muito numerosos, geralmente confundidos com sementes. Toda a planta tem cheiro forte, desagradável e característico (LORENZI; MATOS, 2002).



Figura 1: Folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.).

Fonte: Arquivo pessoal (2021).

2.2.2 Composição química

Investigações fitoquímicas sobre as espécies do gênero *Chenopodium* revelaram grande variedade de compostos orgânicos sendo eles: terpenos, esteroides, saponinas triterpênicas, flavonoides e alcaloides (KOKANOVA-NEDIALKOVA; NEDIALKOV; NIKOLOV, 2009).

Os seus constituintes químicos principais são o óleo essencial, contendo ascaridol (90%), cimeno, cineol, terpineno, limoneno, isolimoneno, carenos, timol e carvacrol (MACDONALD *et al.*, 2004). Contém ainda ácidos butírico e salicílico (MARTINS *et al.*, 2000).

As folhas e frutos acumulam óleo essencial rico em ascaridol, princípio ativo responsável pelo efeito vermífugo da planta (LORENZI; MATOS, 2002). O óleo essencial é

constituído principalmente de monoterpenos, sendo o ascaridol o componente majoritário segundo vários estudos (SÁ, 2013).

2.2.3 Usos e indicações terapêuticas

O emprego do mastruz, no Brasil, é muito utilizado na decocção das partes aéreas para aliviar dores musculares e para tratar lesões nos ossos usa-se o emplastro (GARCIA; DOMINGUES; RODRIGUES, 2010). Na medicina popular brasileira é usada no tratamento de problemas digestivos e afecções respiratórias. Com potenciais agentes analgésicos, é anti-inflamatória, antimicrobiana, antipirética, antirreumática, fungicida e age principalmente no combate a verminoses.

Apresenta propriedades biológicas frequentemente usadas e muito difundidas de forma empírica em tratamentos na medicina popular para humanos (SÉRVIO et al., 2011) e vasta utilização na medicina veterinária (OLIVEIRA; FERREIRA; BARROSO, 2014).

A ação inseticida de *C. ambrosioides* pode estar relacionada à presença de vários metabólitos secundários já encontrados por outros autores para essa espécie, como fenóis e flavonoides (ALENCAR et al., 2010), saponinas, alcaloides, terpenos e esteroides (OKHALE et al., 2012).

Além do destacado uso no tratamento de vermes, a planta também é tradicionalmente usada no tratamento de doenças de etiologias diversas. Apesar de, geralmente, se usar mais a infusão ou a decocção de *C. ambrosioides*, quer seja de toda a planta ou de suas partes, também o uso do óleo essencial, obtido principalmente das partes aéreas, é frequente em algumas regiões (SÁ, 2013).

Souza (2014) evidenciou em sua investigação que *C. ambrosioides* L. pode se constituir em alternativa terapêutica futura no pós-operatório de cirurgias vesicais, com potencial atividade anti-inflamatória crônica e antifibrótica, mas acrescenta que estudos futuros são necessários para melhor entendimento dos efeitos de *C. ambrosioides* L. e sobre quais substâncias constituintes do extrato são as responsáveis pelo efeito anti-inflamatório crônico e antifibrótico.

Trindade et al. (2015) e Gomes Júnior et al. (2017) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de extratos de *C. ambrosioides* sobre a mortalidade de *Spodoptera frugiperda* e *Ascia monusteoriseis*, respectivamente, e os resultados indicaram sua relevante atividade inseticida em condições de laboratório, indicando que esta erva pode ser de grande importância para a indústria farmacêutica.

Segundo Sá, Soares e Randau (2015), o amplo emprego da espécie *C. ambrosioides* L. encontra respaldo em vários estudos científicos, todavia, muitos estudos ainda devem ser efetuados. Por ser uma planta de grande interesse medicinal e, uma vez que as atividades biológicas estão relacionadas com a presença de metabólitos secundários, os resultados são importantes para a obtenção de plantas com maior acúmulo dos compostos de interesse e também para a otimização de técnicas de colheita, pós-colheita e extração, tendo em vista a aplicação comercial da planta, já que a variabilidade no teor dos constituintes majoritários e/ou ativos é uma das principais dificuldades de desenvolver fitoterápicos com reprodutibilidade de ação.

2.3 Extratos vegetais

Para a preparação dos extratos líquidos são utilizados processos extrativos adequados a cada caso até o esgotamento da droga, quanto aos extratos secos, a consistência fica na dependência do teor de água presente nele e, portanto, da concentração atingida durante a evaporação. Os extratos secos podem se apresentar na forma de blocos ou em pó, sendo essa última a mais apropriada para o uso na produção de medicamentos (BRASIL, 2012).

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) (VERRENGIA; KINOSHITA; AMADEI, 2013).

De acordo com Dias, Souza e Alsina (2012) a indústria farmacêutica tem um interesse singular 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. Sendo o Brasil detentor da maior floresta tropical do mundo, com a mais rica biodiversidade de espécies de plantas do planeta, aproveitar essa riqueza para produzir fitoterápicos capazes de controlar patógenos tem sido estimulado nos diferentes setores de produção (CORRAL et al., 2018).

Para Boijink et al. (2011) tem crescido o uso de produtos alternativos como extratos vegetais, que podem reduzir drasticamente a utilização de quimioterápicos e antimicrobianos na criação de animais. Além de erradicar os parasitas presentes, minimizam os impactos negativos sobre o meio ambiente e previnem o surgimento de espécies de parasitos e bactérias resistentes aos produtos comumente utilizados.

A propriedade antisséptica das plantas medicinais e aromáticas e de seus extratos tem sido observada desde a antiguidade, enquanto as informações sobre as tentativas de caracterizar suas propriedades em laboratório datam de 1900. Com o passar do tempo, o conhecimento sobre as plantas evoluiu como consequência, em grande parte, das modernas tecnologias, ocasionando o isolamento sistemático e a caracterização dos princípios ativos contidos nestas fontes vegetais (COSTA; TSE; MIYADA, 2007).

Na atualidade, o extrato seco é a forma elegida pelas indústrias farmacêuticas, principalmente pela maior concentração, estabilidade e facilidade de padronização dos princípios ativos presentes nas plantas. Esses fatores aumentam o valor agregado do produto, e contribuem também no atendimento das indústrias à Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 14, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 31 de março de 2010, que visa controlar e monitorar a produção indiscriminada de produtos vegetais no Brasil, estabelecendo critérios rígidos para o registro desses tipos de produtos (BRASIL, 2010).

Souza-Moreira et al. (2010) destacam algumas vantagens na produção de extratos secos como: aumento da vida útil, conservação de nutrientes, facilidade no transporte, baixo custo em alguns dos processos de secagem, além de redução de perda de material pós colheita. Dentre as vantagens do uso de extratos vegetais na farmacoterapêutica, pode-se citar que estes podem ser tão ativos quanto um fármaco sintético e apresentar maior segurança de uso (MONTEIRO, 2015).

2.4 Concentração em Evaporador Rotativo

O evaporador rotativo é o equipamento mais utilizado em escala laboratorial para concentrar extratos, uma das preocupações é a capacidade do equipamento e a vazão da bomba de vácuo, dada normalmente em litros/hora. A velocidade de rotação do balão do evaporador rotativo e a temperatura do banho-maria, também devem ser controladas para evitar projeções de material com consequente contaminação do equipamento e evitar reações de degradação de substâncias ativas pelo aumento excessivo da temperatura (LOPES et al., 2020).

A escolha do processo de secagem é motivada pela potencialidade dos diferentes equipamentos secadores. A escolha do tipo de secador passa por análise do tipo de partícula a ser seca, da capacidade de produção, eventual necessidade de recuperação de solvente e demanda energética do processo, levando-se em consideração a relação custo/benefício (SILVA et al., 2012).

Entre as técnicas de secagem empregadas com sucesso na preparação de extratos secos encontra-se a nebulização ou spray-drying (OLIVEIRA; PETROVICK, 2010; PIMENTEL, 2016; SOUZA et al., 2016; GOMES, 2019), o leito de jorro (ROCHA, et al., 2009; MARTINS, 2013), a liofilização e a evaporação rotativa (JACQUES; ANTUNES; SANT, 2017; PADILHA et al., 2017), usadas para a aplicação na obtenção e padronização de extratos secos, para fins de utilização como insumo farmacêutico de interesse para a produção de fitoterápicos.

2.5 Taninos

Diferentes classes de metabólitos secundários, que são conhecidos por possuírem potentes atividades biológicas, têm sido relatadas para a planta de mastruz, entre eles, estão os taninos (ALENCAR et al., 2010; HALLAL et al., 2010; MARINS et al., 2011; VALÉRIO, 2014). Taninos são compostos fenólicos derivados do metabolismo secundário de plantas. Estes compostos tendem a se solubilizar em água e podem estar ligados a açúcares. A quantidade e o tipo de taninos sintetizados pelas plantas variam consideravelmente dependendo da espécie, do cultivo, do extrato e das condições ambientais. Em geral, alta temperatura, escassez de água, luminosidade e solos com déficit nutricional aumentam a concentração desses metabólitos (COSTA-FILHO, 2016).

Os taninos, compostos formados pela polimerização de unidades de flavonóides são dissuasivos (deterrentes) de alimentação por herbívoros e atuam também como antimicrobianos. As propriedades defensivas dos taninos são geralmente atribuídas a sua habilidade em se ligar às proteínas, como outros fenólicos, dificultando a digestão nos insetos, atuando assim, como um composto importante na produção de novos fitoinseticidas (FERREIRA, 2016).

Os taninos se apresentam como compostos fenólicos de interesse em vários âmbitos industriais, desde o farmacológico até o nutricional. A caracterização química e quantitativa desses compostos, possibilita um melhor entendimento e direcionamento em sua utilização (COSTA-FILHO, 2016). Os compostos com poder antioxidante, principalmente os compostos fenólicos, têm gerado muito interesse, pois os mesmos proporcionam inúmeros benefícios à saúde humana, já que sequestram os radicais livres e interrompem o processo oxidativo no corpo humano prevenindo desta forma o surgimento de doenças (HAIDA et al., 2011).

São muitos os benefícios farmacológicos que esta classe de compostos possui graças à capacidade que os mecanismos de ação dos taninos têm em se complexar com íons metálicos (ferro, manganês, vanádio, cobre, alumínio, cálcio, entre outros), e possuir atividade antioxidante e sequestradora de radicais livres (PEREIRA; CARDOSO, 2012; ROCHA et al, 2011).

Várias doenças degenerativas como o câncer, esclerose múltipla, asteroesclerose e o próprio processo de envelhecimento, são situações que estão associadas a um grande número de radicais livres no organismo. O tratamento com taninos tem sido uma excelente alternativa para a diminuição destes radicais no corpo humano, uma vez que os taninos possuem a capacidade de precipitar proteínas, interceptando o oxigênio e estabilizando os radicais. São considerados importantes agentes na luta contra a diminuição do risco de doenças cardiovasculares e alguns tipos de cânceres ou até mesmo no tratamento de pessoas com Mal de Parkinson e Alzheimer. Os taninos podem ainda proteger o organismo contra lesões, impedindo que radicais livres destruam os lipídios, os aminoácidos e as bases do DNA, evitando danos à célula (BENEVIDES et al., 2011; PEREIRA; CARDOSO, 2012).

Os taninos são, ainda, compostos fenólicos considerados fatores antinutricionais por terem a capacidade de se complexar com moléculas e precipitá-las impedindo a absorção pelo corpo humano. Portanto, quando ingeridos em grandes quantidades, podem provocar efeitos nutricionais indesejados. Trata-se de substâncias que possuem dupla ação no organismo - ao mesmo tempo em que suas propriedades são usadas na farmacologia como algo benéfico, também podem prejudicar o corpo humano (BARBOSA, 2015). Por isso, a importância de se conhecer os teores desses compostos nas plantas e alimentos já que o consumo de taninos em altas quantidades pode prejudicar a saúde humana.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N. L.; ARAUJO, T.; AMORIM, E.L.C.; ALBUQUERQUE, U.P. The inclusion and selection of medicinal plants in traditional pharmacopoeias - evidence in support of the diversification hypothesis. **Economic Botany**, v. 64, n. 1, p. 68-79, 2010.
- ALMEIDA, J.M.M. **Avaliação do potencial antioxidante e osteoindutor do extrato de *Chenopodium ambrosioides* L.** Campina Grande, 2013. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Estadual da Paraíba.
- BARBOSA, N.C. **Uma revisão bibliográfica dos fatores antinutricionais: taninos, inibidores de proteases e lectinas.** Anápolis, 2015. Trabalho de Conclusão do Curso. (Licenciatura em Química). Instituto Federal de Goiás.
- BENEVIDES, C.M.J.S; SOUZA, M.V.B; SOUZA, R.D.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão - Departamento Ciências da Vida, Universidade do estado da Bahia (Uneb). **Segurança alimentar e nutricional**, v.18, n.2, p.67-79, 2011.
- BLANCKAERT, I., PAREDES-FLORES, M., ESPINOSA-GARCÍA, F.J., PIÑERO, D., LIRA, R. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.59, p.557-573, 2012.
- BOIJINK, C.L.; INOUE L.A.K.A.; CHAGAS E.C.; CHAVES F.C.M. Boas práticas de manejo na piscicultura para conservação da qualidade ambiental: Uso de produtos naturais como antihelmintico em tambaqui. In: **Produtividade agropecuária e benefícios sócio-ambientais das pesquisas da Embrapa Amazônia Ocidental.** Embrapa Amazônia Ocidental, 2011, p.42.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Primeiro Suplemento Formulário de Fitoterápicos da Farmacopéia Brasileira, 1ª edição.** Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: ANVISA, 2018. 160p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC 14, de 31 de março de 2010.** Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **RENISUS – Relação nominal de plantas medicinais de interesse ao SUS.** Espécies vegetais. 2009. Disponível em <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/renisus.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Práticas integrativas e complementares: plantas medicinais e fitoterapia na Atenção Básica.** Brasília: Ministério da Saúde, 2012. 156p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos.** Brasília: Ministério da Saúde, 2016. 190p.

CARDOSO, I.C.; PEREIRA, H.M.G.; TAPPIN, M.R.R.; BEHRENS, M.D. Influência da técnica de extração e do tamanho de partícula do material vegetal no teor de compostos fenólicos totais da tintura das folhas de *Alpinia zerumbet*. **Revista Fitos**, p.62-68, 2017.

CORRAL, A.C.T.; QUEIROZ, S.M. de; MOREY, G.A.M.; CHAVES, F.C.M.; FERNANDES, V.L.A; ONO, E.A.; AFFONSO, E.G. Control of *Hysterothylacium* sp. (Nematoda: Anisakidae) in juvenile pirarucu (*Arapaima gigas*) by the oral application of essential oil of *Piper aduncum*. **Aquaculture**, v.494, p.37–44, 2018.

COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; MIYADA, V.S Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **R. Bras. Zootec.**, v. 36, n. 3, p. 589-595, 2007.

COSTA FILHO, M.H.B. **Taninos condensados de fabaceas nativas da Caatinga e seu potencial na atividade anti-helmíntica em caprinos**. Garanhuns, 2016. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Universidade Federal Rural de Pernambuco.

CUNHA, A.P. 2019. **Aspectos históricos sobre plantas medicinais, seus constituintes activos e fitoterapia**. Disponível em: <https://www.ppmac.org/sites/default/files/aspectos_historicos.pdf>. Acesso em: 04 Jun 2020.

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.

DOBIÁŠ, P.; PAVLÍKOVÁ, P.; ADAM, M.; BLANKA, A. E.; VENTURA, B. K. Comparison of pressurised fluid and ultrasonic extraction methods for analysis of plant antioxidants and their antioxidant capacity. Springer. **Central European Journal of Chemistry**, p. 87–95, 2010.

FERREIRA, E.S. **Estudo fitoquímico e atividade inseticida de *Annona crassiflora* Mart., *Annona mucosa* (Jacq.) Baill. (Annonaceae), *Dioscorea rotundata* Poir (Dioscoreaceae) e *Chenopodium ambrosioides* L. (chenopodiaceae) em *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae)**. Rio Largo, 2016. 130f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas). Universidade Federal de Alagoas.

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.

GADELHA, C.S.; PINTO JUNIOR, V.M.; BEZERRA, K.K.S.; MARACAJÁ, P.B.; MARTINS, D.S.S. Utilização de medicamentos fitoterápicos e plantas medicinais em diferentes segmentos da sociedade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.10, n.3, p.1-15, 2015.

GARCIA, D.; DOMINGUES, M. V.; RODRIGUES, E. Ethnopharmacological survey among migrants living in the Southeast Atlantic Forest of Diadema, São Paulo, Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v.6, n.29, 2010.

GIL-CHÁVEZ, J.G.; VILLA, J. A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; HEREDIA, J. B.; SEPULVEDA, D.; YAHIA, E. M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Technologies for Extraction and Production of Bioactive Compounds to be Used as Nutraceuticals and Food Ingredients: An Overview. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, p. 5–23, 2013.

GOMES JUNIOR, R. N.; TRINDADE, R. C. P.; DUARTE, A. G.; SOUSA, R. S.; SABINO, A. R. Avaliação da mortalidade de *Ascia monustesorseis* (Lepidoptera: Pieridae) com extratos de *Dioscorea rotundata* e de *Chenopodium ambrosioides*. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v.12, n.2, p.159-163, 2017.

GOMES, M.E.M. **Obtenção de Extrato Seco de Erva-Cidreira (*Lippia alba*) Mediante Secagem por Atomização**. Campina Grande, 2019. 70p. Tese. (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande.

HAIDA, K.S.; BARON, Â.; HAIDA, K.S.; FACI, D.; HAAS, J.; SILVA, F.J. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de Goiaba e Arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 9, n. 28, 2011.

HALLAL, A.; BENALI, S.; MOHAMMED, M.; BEKKOUCHE, K; LARHSINI, M.; ABDERRAHMAN, C.; ABDERRAHMANE, R.; ABBAD, A.; ADDOUNI, M.K.E. Evaluation of the analgesic and antipyretic activities of *Chenopodium ambrosioides* L. **Asian Journal of Experimental Biological Sciences**, v. 1, n. 4, p. 894-897, 2010.

HU, X.; CHU, Y.; MA, G.; LI, W.; WANG, X.; MO, H.; YIN, Q.; GUO, J.; MA, X.; ZHOU, S. Simultaneous determination of ascaridole, p-cymene and α -terpinene in rat plasma after oral administration of *Chenopodium ambrosioides* L. by GC-MS. **Biomedical Chromatography**, 2015.

IBIAPINA, W.V.; LEITÃO, B.P.; BATISTA, M.M.; PINTO, D.S. Inserção da fitoterapia na atenção primária aos usuários do SUS. **Revista Ciência Saúde Nova Esperança**, v.12, n.1, p. 58-68, 2014.

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.

KOKANOVA-NEDIALKOVA Z.; BUCHERL, D.; NIKOLOV, S.; HEILMANN, J.; NEDIALKOV, P.T. Flavonol glycosides from *Chenopodium foliosum* Asch. **Phytochemistry Letters**, v.257, p.1-5, 2011.

KOKANOVA-NEDIALKOVA, Z.; NEDIALKOV, P.T.; NIKOLOV, S.D. The genus *Chenopodium*: Phytochemistry, ethnopharmacology and pharmacology. **Pharmacognosy Review**, v.3, n.6, p.280-306, 2009.

LAMEIRA, O. A.; PINTO, J. E. B. P. **Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular**. Belém: Embrapa, 2008. 264p.

LOPES, D.C.D.X.P.; PEREIRA, C.S.; CASTILHO, C.V.V.; PIETROLUONGO, M.; MATOS, A.P.S.; GUIMARÃES, T.F.; VIÇOSA, A.L. Parâmetros críticos para o

desenvolvimento de extratos secos vegetais padronizados obtidos por spray-drying: da pesquisa a realidade da produção. **INFARMA: Ciências farmacêuticas**, v.32, p.391-403, 2020.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. São Paulo: Plantarum, 2002. 512p.

MACDONALD, D.; VANCREY, K.; HARRISON, P.; RANGACHARI, P.K.; ROSENFELD, J.; WARREN, C.; SORGER, G. Ascaridole-less infusions of *Chenopodium ambrosioides* contain a nematocide(s) that is(are) not toxic to mammalian smooth muscle. **J Ethnopharmacol**, v.92, n.2-3, p.215-21, 2004.

MACHADO, D. C, CZERMAINSKI, S. B. C, LOPES, E. C. Percepções de coordenadores de unidades de saúde sobre a fitoterapia e outras práticas integrativas e complementares. **Saúde debate**, v.36, n.95, p.615-23, 2012.

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**. Campina Grande, 2013. 126p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande.

MARTINS, M.L.; MORAES, F.R.; FUJIMOTO, R.Y.; SCHALCH, S.H.C.; ONAKA, E.M. Parasitic Infections in Cultivated Freshwater Fishes. A Survey of Diagnosticated Cases from 1993 to 1998. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.9, n.1. 2000.

OKHALE, S.E.; EGHAREVBA, H.O.; ONA, E.C.; KUNLE, O.F. Phytochemical and proximate analyses and thin layer chromatography fingerprinting of the aerial part of *Chenopodium ambrosioides* Linn. (Chenopodiaceae). **Journal of Medicinal Plants Research**, v.6, n.12, p.2289-2294, 2012.

OLIVEIRA, L.S.S.; FERREIRA, F.S.; BARROSO, A.M. Erva de Santa Maria (*Chenopodium ambrosioides* L.): Aplicações clínicas e formas tóxicas – Revisão de literatura. **Jornal Brasileiro de Ciência Animal**, v.7, n.13, p.464–499, 2014.

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.

PADILHA, M.E.P.; AZEVEDO, M.; JANSEN, C.; ZORZENON, M.R.T.; FERNANDES, P.G.M; COSTA, S.C. Composição e análise sensorial de adoçantes de estévia obtidos comercialmente. **ANAIS X EPCC UNICESUMAR** – Centro Universitário de Maringá, 2017.

PEREIRA, R. J; CARDOSO, M G. – Metabólicos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **J. Biotec. Biodivers**, v.3, n. 4, p.146-152, 2012.

PIMENTEL, V. D. Secagem do extrato hidroalcoólico de *Anadenanthera colubrina* por spray drying. **Revista Meio Norte de Medicina Laboratorial**, v. 2, n. 1, 2016.

RAMOS, A.C.; PAVANELLI, M.F. Hepatotoxicidade de um fitoterápico contendo *Chenopodium ambrosioides*, *Menthapiperita* e *Rheumpalmatumem camundongos* Swiss. **Comunicação em Ciências da Saúde**, v.25, n.2, p.119-124, 2014.

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.

ROCHA, W. S., LOPES, R. M., SILVA, D.B., VIEIRA, R. F., SILVA, J. P., AGOSTINE-COSTA, T. S.; Compostos fenólicos totais e taninos em frutas do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

SÁ, R. D. **Estudo farmacognóstico de *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae)**. Recife, 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Pernambuco.

SÁ, R.D.; SOARES, L.A.L.; RANDAU, K.P. Óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*L.: estado da arte. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v.36, n.2, 267-276, 2015.

SANTOS, S. G.; CORREA, R. X. Diversidade genética de *Chenopodium ambrosioides* da região cacauceira da Bahia com base em marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. 161-164, 2006.

SÉRVIO, E. M. L.; ARAÚJO, K. S.; NASCIMENTO, L. R. S.; COSTA, C. L. S.; MENDES, L. M. S.; MAIA FILHO, A. L. M.; SANTOS, Í. M. S. P. Cicatrização de feridas com a utilização do extrato de *Chenopodium ambrosioides* (mastruz) e cobertura secundária estéril de gaze em ratos. **ConScientiae Saúde**, v.10, n.3, p.441-448, 2011.

SONG, K.; ZHANG, J.; ZHANG, P.; WANG, H.Q.; LIU, C.; LI, B.M.; KANG, J.; CHEN, R. Y. Five new bioactive compounds from *Chenopodium ambrosioides*. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 17, n. 5, p. 482-490, 2015.

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, J.P.J. **Efeito anti-inflamatório do extrato hidroalcoólico de folhas de *Chenopodium ambrosioides* L. bexiga de ratos submetidos à cistotomia**. São Luís, 2014. 63p. Dissertação. (Mestrado em Ciências da Saúde). Universidade Federal do Maranhão.

TABALDI, L. A.; VIEIRA, M. C.; ZÁRATE, N. A. H.; SILVA, L. R.; GONÇALVES, W. L. F.; PILECCO, M.; FORMAGIO, A. S. N.; GASSI, R. P.; PADOVAN, M. P. Cover crops and their effects on the biomass yield of *Serjania marginata* plants. **Ciência Rural**, v.42, p.614-620, 2012.

TRINDADE, R.C.P, FERREIRA, E.S., GOMES, I.B., SILVA, L., SANT'ANA, A.E.G., BROGLIO, S.M.F.; SILVA, M.S. Extratos aquosos de inhame (*Dioscorea rotundata* Poirr.) e

de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho-do-milho *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.17, n.2, p.291-296, 2015.

VALERIO, E.S. **Avaliação da atividade do extrato hidroetanólico de *Chenopodium ambrosioides* L. e de *Eucalyptus alba* Reinw ex Blume, frente a cepas de *Mycobacterium* sp. in vitro.** Belém, 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal do Pará, Instituto de Ciências da Saúde.

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, 2013.

CAPÍTULO I

Processo de obtenção de extrato concentrado de folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) em evaporador rotativo

1 INTRODUÇÃO

O consumo popular de plantas medicinais e seus derivados como prática terapêutica para saúde tem seus primeiros registros desde o início da civilização, sendo técnica de cuidado integrante do campo das medicinas populares e dos saberes ancestrais (BADKE, 2017). A medicina alopática vem se destacando no mercado farmacêutico, entretanto, a aplicação de plantas medicinais e fitoterápicos ainda é amplamente utilizada pela população devido, principalmente, aos efeitos colaterais causados por medicamentos sintéticos, demonstrando melhor adesão ao consumo de produtos naturais (BADKE et al., 2019).

Chenopodium ambrosioides L. é uma planta conhecida e bastante utilizada pelos brasileiros para amenizar os sintomas de diversas enfermidades, ressaltando que a mesma se encontra listada na RENISUS (Relação Nacional de Plantas Mediciniais de Interesse do SUS) (BRASIL, 2017). As folhas são a parte da planta mais usada na medicina popular como anti-helmíntica e também como antifúngica (FENNER et al., 2006), para inflamação uterina e inflamações em geral (CARTAXO; SOUZA; ALBUQUERQUE, 2010; RAMOS; SOLEDADE; BAPTISTA, 2011), e como antibiótico e expectorante (SOUZA; FELFILI, 2006).

A complexidade na composição química dos extratos dos fitoterápicos é uma das principais razões para a reprodução dos seus efeitos farmacológicos desejados, isso se torna um grande desafio a vencer, padronizando o extrato e informando ao usuário quais são o(s) princípio(s) ativo(s) e a(s) sua(s) concentração(ões) (FERREIRA; PINTO, 2010).

O tempo de extração é um fator que interfere na extração de compostos bioativos, podendo variar de um minuto até 24 horas (SAVI, 2015). A temperatura é outro fator que pode influenciar a eficiência do processo de extração. Quando a temperatura é elevada, as taxas de difusão e solubilidade dos analitos aumenta; a viscosidade e tensão superficial dos solventes diminuem, facilitando o contato dos analitos com os solventes, o que pode acelerar o processo de extração. No entanto, temperaturas altas podem ocasionar degradação dos compostos bioativos diminuindo, portanto, o rendimento da extração (ATES et al., 2011).

Ainda que diante da potencialidade farmacológica e do grande interesse pela comunidade farmacêutica, além de estudos já realizados de cinética de secagem e obtenção de extratos do matruz, não consta na literatura especializada investigações acerca do processamento de extração, fazendo-se necessário o desenvolvimento e a validação de métodos analíticos para quantificação de seus compostos bioativos e padronização de extratos. Assim, o objetivo desse capítulo foi obter extratos de folhas de mastruz por um processo com operações unitárias de extração e evaporação afim de otimizá-lo e identificar a composição química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Multiusuário de Pesquisas Ambientais – LAMPA - Setor de Farmacologia em colaboração com o Laboratório de Nutrição Animal – LANA - do Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR, UFCG, campus Patos-PB. Também se desenvolveu no Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, UFCG, campus Pombal-PB.

2.2 Matéria-prima

As folhas do mastruz (*C. ambrosioides* L.) *in natura* foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Campina Grande, campus Patos-PB, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário CSTR - Rita Baltazar, sob número de tombamento 7517. Posteriormente, as folhas das plantas foram selecionadas e separadas para utilização imediata.

2.3 Secagem das folhas e preparação dos extratos vegetais

As folhas de mastruz “*in natura*” foram secas em estufa com circulação e renovação de ar (modelo TE-394/1 marca Tecnal) na temperatura de 55 °C por um período aproximado de 24 h, trituradas em moinho de facas (modelo MA340 N° série 07004231 da marca Marconi® Equipamentos para Laboratório) e tamisado para obter diversas granulometrias. Para o preparo dos extratos foi utilizado pó com uma granulometria de 500 a 1000 µm.

O preparo dos extratos foi realizado a partir de 15 g do material previamente seco e triturado, sendo adicionados 300 mL da mistura etanol:água (v/v) nas diferentes concentrações de etanol (40%, 60%, 80%). As soluções extrativas ficaram em aquecimento com agitação constante de 800 rpm (Agitador magnético com aquecimento; figura 2), obedecendo às diferentes temperaturas (30 °C, 55 °C e 80 °C) e aos tempos de extração estabelecidos (30, 60 e 90 min). Na sequência, os extratos foram resfriados a temperatura ambiente e filtrados em papel filtro (maiores detalhes do planejamento no item 2.5).

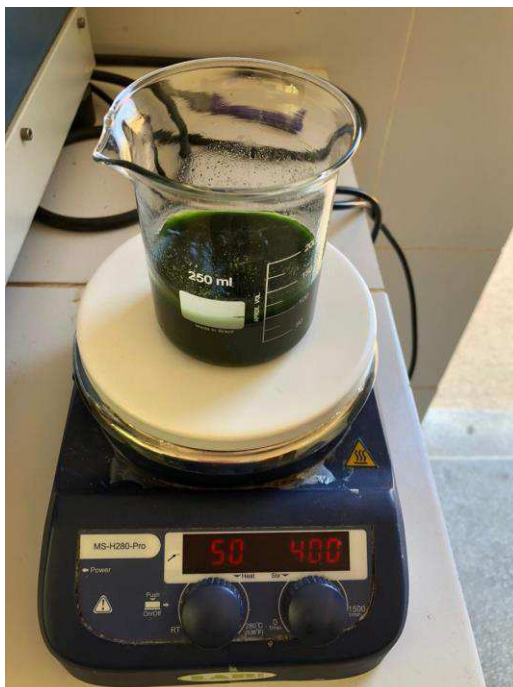


Figura 2: Agitador magnético com aquecimento.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

2.4 Concentração dos extratos em Evaporador Rotativo

Os extratos preparados de acordo com a matriz de planejamento (Item 2.5) foram concentrados mediante evaporação do solvente em evaporador rotativo (Figura 2.1) para

obtenção do extrato concentrado ou massa residual/pó, sendo estudadas as temperaturas de 50, 60 e 70°C em banho maria a fim de evitar a degradação dos compostos. A pressão do sistema se manteve constante num valor de 600 mmHg em todos os ensaios de secagem.



Figura 2.1: Evaporador rotativo utilizado nos ensaios de secagem.

Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Cada amostra teve uma alíquota de 200 g do extrato transferida para um balão volumétrico de 1000 mL previamente pesado (Figura 2.2), em contato com um banho maria em temperatura previamente programada. Após a secagem, a amostra foi deixada mais 20 min para resfriamento. O balão foi pesado com a amostra seca ou concentrada (Figura 2.3) e calculou-se a diferença dessa massa com a massa do balão vazio para obter a massa da amostra e, então, realização dos cálculos. Raspou-se o material do balão com espátula de metal o qual foi colocado em pote tampado com gazes onde permaneceu por 24 a 72 h em temperatura ambiente (25-29 °C; umidade do ar de 60%) para secagem do resíduo de água até alcançar um teor de água de aproximadamente 8,0%. Em seguida, foi macerado com almofariz e pistilo até obtenção de um pó que foi guardado em um frasco de plástico. Pesou-se também o balão com o solvente eliminado, o qual também foi previamente pesado.

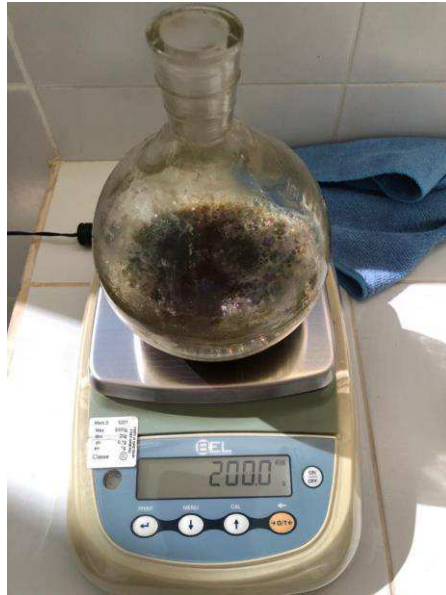


Figura 2.2: Amostra de 200g de extrato utilizada em cada ensaio.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).



Figura 2.3: Amostra ao fim da secagem.

Para realização do processo de concentração em evaporador rotativo foram utilizados: o Evaporador Rotativo Modelo 558 da Marca Fisatom Equipamentos Científicos LTDA; a Bomba de Vácuo Modelo TE-0581 da Marca Tecnal Equipamentos para Laboratórios LTDA; o Banho Ultratermostatizado Modelo SL-152/10 da Marca Solab Equipamentos para Laboratório LTDA.

2.5 Planejamento Experimental para otimização do processo

Foi realizado um delineamento experimental na forma fatorial $2^4 + 3$ pontos centrais, totalmente ao acaso e sem repetição, totalizando 19 experimentos (Tabela 1). Os parâmetros estudados foram: concentração do etanol, temperatura e tempo de extração e temperatura do evaporador rotativo. A influência desses parâmetros – variáveis independentes - foi avaliada sobre as seguintes variáveis resposta: taxa de recuperação, taxa de evaporação, teor de sólidos e perdas. Para se definir o experimento com as melhores condições de extração, foi observada a significância das variáveis dependentes.

Os dados de significância dos parâmetros foram obtidos por meio da análise de variância (ANOVA) a 95% de confiança, utilizando o programa Statistica 7.0.

Tabela 1: Matriz de Planejamento $2^4 + 3$ pontos centrais dos extratos para concentração em evaporador rotativo.

Experimento	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Concentração de etanol (v/v)	Temperatura Rota
1	30 (-1)	30 (-1)	40 (-1)	50 (-1)
2	80 (+1)	30 (-1)	40 (-1)	50 (-1)
3	30 (-1)	90 (+1)	40 (-1)	50 (-1)
4	80 (+1)	90 (+1)	40 (-1)	50 (-1)
5	30 (-1)	30 (-1)	80 (+1)	50 (-1)
6	80 (+1)	30 (-1)	80 (+1)	50 (-1)
7	30 (-1)	90 (+1)	80 (+1)	50 (-1)
8	80 (+1)	90 (+1)	80 (+1)	50 (-1)
9	30 (-1)	30 (-1)	40 (-1)	70 (+1)
10	80 (+1)	30 (-1)	40 (-1)	70 (+1)
11	30 (-1)	90 (+1)	40 (-1)	70 (+1)
12	80 (+1)	90 (+1)	40 (-1)	70 (+1)
13	30 (-1)	30 (-1)	80 (+1)	70 (+1)
14	80 (+1)	30 (-1)	80 (+1)	70 (+1)
15	30 (-1)	90 (+1)	80 (+1)	70 (+1)
16	80 (+1)	90 (+1)	80 (+1)	70 (+1)
17	55 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)
18	55 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)
19	55 (0)	60 (0)	60 (0)	60 (0)

A Tabela 1 apresenta os níveis reais e os níveis codificados utilizados no planejamento fatorial das análises. O planejamento totalizou 19 experimentos com diferentes combinações entre as variáveis, considerando as três repetições no ponto central. As análises no ponto central são importantes para verificar a reprodutibilidade do processo.

Os níveis superiores e inferiores de temperatura foram escolhidos para que o nível inferior ficasse próximo da temperatura ambiente e o nível superior não degradasse os compostos bioativos presentes. Os valores da variável tempo foram assim determinados para que fosse possível avaliar os resultados obtidos quando o material ficasse um tempo menor em exposição ao solvente e um tempo maior, mas que o mesmo não representasse um valor muito elevado para que o tempo de preparo do extrato não ficasse muito elevado. Os níveis inferiores de concentração de etanol foram escolhidos focando em um consumo baixo de etanol para minimizar custos e também em um nível superior para realmente analisar a influência da concentração de etanol na extração.

As variáveis dependentes obtidas nos experimentos de secagem foram:

2.5.1 Recuperação do Produto

A taxa de recuperação do produto ou o rendimento do processo foi calculada através do percentual entre a massa de pó total coletada e a massa de sólidos alimentada no equipamento, por meio da Equação (1):

$$R(\%) = M_{fc}/M_s \times 100 \quad (1)$$

Em que:

M_{fc} = Massa final coletada (g);

M_s = Massa de sólidos alimentada (g).

2.5.2 Perdas no processo

A taxa de perdas no processo foi calculada através do percentual entre a perda total do processo e a massa inicial alimentada no equipamento, por meio da Equação (2):

$$\text{Perdas} = \frac{M_i - (M_{fc} + S)}{M_i} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

M_i = Massa inicial alimentada (g);

M_{fc} = Massa final coletada (g);

S = Solvente recuperado (g)

2.5.3 Taxa de evaporação

Para o cálculo da taxa de evaporação foi utilizada a massa inicial, massa de sólidos alimentada e o tempo gasto no processo, por meio da Equação (3):

$$TE = \frac{M_i - M_s}{t} \quad (3)$$

Em que:

M_i = Massa inicial alimentada (g);

M_s = Massa de sólidos alimentada (g/L);

t = Tempo (min).

2.5.4 Determinação da umidade residual (base seca)

A umidade do produto seco foi determinada pelo método da estufa (utilizando estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 105 ± 1 °C, até atingir massa constante),

colocando-se uma massa determinada do produto em uma placa de Petri, verificando-se o teor de umidade através da seguinte Equação (4):

$$X_p = \frac{P_a - P_s}{P_s} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

X_p = umidade do produto (%);

P_a = peso da amostra antes da dessecação (g);

P_s = peso da amostra após a dessecação (g);

Os valores foram obtidos a partir dos valores médios de três determinações.

2.5.5 Teor de sólidos

O teor de sólidos foi expresso em g/L e calculado segundo a Equação (5):

$$TS = \frac{M_2 - M_1}{V} \quad (5)$$

Em que:

M_2 - é a massa total da amostra, expressa em gramas (g);

M_1 - é a massa da amostra seca, expressa em gramas (g);

V - é o volume da amostra, expresso em litros (L);

TS - é o teor de sólidos, expresso em gramas por litro (g/L).

2.6 Caracterização físico-química e dos taninos totais do extrato seco

O produto seco em pó obtido foi analisado em relação aos seguintes parâmetros:

Teor de água – Segundo metodologia descrita por AOAC (2010), com estufa a 105 °C.

Atividade de água – Medida em medidor de atividade de água AQUALAB da Decagon Devices. As medidas foram feitas em condições normais de temperatura (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^*), segundo a metodologia de Altamirano - Fortoul, Rossel (2011).

Rendimento – o rendimento da amostra foi calculada através do percentual entre a massa de pó total coletada e a massa de sólidos alimentada no equipamento, por meio da Equação (6):

$$R(\%) = \frac{M_{fc}}{M_s} \times 100 \quad (6)$$

Em que:

M_{fc} = Massa final coletada (g);

Ms= Massa de sólidos alimentada (g/L).

Molhabilidade – Esse parâmetro foi realizado segundo a metodologia de Freudig et al. (1999). Para tanto, depositou-se cuidadosamente 1000mg do pó das folhas secas moídas sobre 100 mL de água destilada a 25 °C, observando-se o tempo necessário para que todas as partículas se molhassem (Equação 7):

$$M = N/t \quad (7)$$

Em que:

M - molhabilidade;

N - massa da amostra, em mg;

t - tempo, em s.

Solubilidade e insolúveis – A análise do parâmetro solubilidade seguiu o método gravimétrico preconizado por Dacanal e Menegalli (2009). Portanto, estipulou-se a porcentagem do material não solubilizado (insolúveis), submetido a 1 min de agitação e diluído em 50 mL de água destilada, que foi submetido a filtração em papel filtro. Esse material agregado ao filtro foi submetido a estufa a 60 °C por 24 h. Determinou-se a solubilidade e os insolúveis das folhas secas em pó através das Equações 8 e 9:

$$\text{insol} = m_2 (1 + \text{UBU}) / m_1 \times 100 \quad (8)$$

$$\text{sol} = 100 - \text{insol} \quad (9)$$

Em que:

insol - insolúveis, %;

m1 - massa inicial da amostra, g;

m2 - massa inicial da amostra remanescente no papel de filtro, g;

Ubu - teor de água da amostra, g;

Sol - solubilidade, %.

Densidade aparente e de compactação – A densidade aparente (ρ_{ap}) foi determinada com auxílio de uma proveta de 10 mL previamente pesada e posteriormente preenchida com o material seco, e determinada através da relação massa/volume. A densidade compactada (ρ_c) foi determinada a partir da montagem usada na densidade aparente, submetendo ao batimento da proveta preenchida com a amostra por 50 vezes sobre a bancada, a partir de uma altura pré-estabelecida de 2,5 cm, calculando-se a relação massa/volume compactado, segundo Tonon et al. (2009).

Índice de Carr (fluidez) e Fator de Hausner (coesividade) – A fluidez e compactabilidade/coesividade foram expressas em termos de índice de Carr (IC) (Carr, 1965) e fator de Hausner (FH) (Hausner, 1967), respectivamente. Foram calculados a partir dos

dados da densidade aparente e densidade compactada conforme as Equações 10 e 11 respectivamente:

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_{ap}}{\rho_{ap}} \times 100 \quad (10)$$

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_{ap}} \quad (11)$$

Taninos totais – Utilizou-se a metodologia descrita por Waterhouse (2006), com adaptações. Foi realizada uma solução aquosa das amostras do pó seco na concentração de 0,005 g/mL. As alíquotas utilizadas para a leitura em espectro foram de 0,431 µg/mL. Adicionou-se tais alíquotas em tubos de ensaio sendo o volume completado para 2.125µL com água, adicionou-se o reagente Folin-Ciocalteu e após 5 min acrescentou-se a solução de carbonato de sódio a 20% seguido de agitação e incubação em banho maria a 40 °C por 30 min. Após esse tempo as absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro a 725 nm. Como solução padrão, usou-se solução de ácido tânico 0,1mg/ml e foi gerada uma curva em que a equação da reta ($y = 0,0334x + 0,0097$) e o R^2 foi de 0,9993. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido tânico por g de amostra. As análises foram realizadas em triplicata.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ensaios preliminares

Para a realização dos ensaios de secagem, foi realizado previamente um estudo preliminar com os equipamentos sugeridos no trabalho a fim de selecionar as configurações dos equipamentos a serem utilizados, determinar a capacidade de evaporação máxima, o tempo limite de secagem e as faixas operacionais.

Foi estipulado um tempo limite de secagem no evaporador rotativo de 240 min, pois, observou-se que após esse período a condensação e a evaporação eram muito baixas, quase zero.

3.2 Otimização do processo

Adotou-se nesse trabalho diferentes condições de extração com agitação e aquecimento, que foram investigadas visando-se a otimização simultânea das operações unitárias de extração e evaporação utilizadas nos ensaios de secagem. No trabalho de Souza

(2003), a extração com agitação e aquecimento apresentou melhores resultados frente aos outros métodos estudados, na obtenção de extratos com maior concentração de bioativos e teor de sólidos. Sendo, portanto, bastante utilizado como sistema de extração.

Oliveira et al. (2016) retrata que o método extrativo influencia no rendimento dos extratos obtidos e que o solvente utilizado influencia no conteúdo final da extração. Oliveira e seus colaboradores (2015) observaram que a eficácia de *C. ambrosioides* parece estar relacionada com o tipo de solvente usado no preparo do extrato e com a sua concentração.

Os procedimentos investigados e condições experimentais utilizados na definição do método extrativo estão descritos no item 2.5. A Tabela 1.1 apresenta os resultados da taxa de recuperação, taxa de evaporação, tempo, teor de sólidos e perdas obtidos para os diferentes métodos de extração e condições experimentais utilizados.

Tabela 1.1: Variáveis dependentes dos ensaios de secagem em evaporador rotativo.

VARIÁVEIS			RESULTADOS OBTIDOS NOS ENSAIOS DE SECAGEM				
Exp.	Concentração de etanol (v/v)	T (°C) Evap. Rotat.	TR (%)	TE (g/min)	t(min)	TS (g/L)	Perdas (g)
1	40	50	-	0,82	240	18,7	11,75
2	40	50	-	0,77	240	16,0	11,0
3	40	50	-	0,76	240	17,0	8,35
4	40	50	-	0,82	240	18,7	2,8
5	80	50	83,3	0,83	240	12,0	13,75
6	80	50	70,45	1,28	163	14,7	6,6
7	80	50	80,0	0,83	240	10,0	6,1
8	80	50	-	0,83	240	15,3	4,2
9	40	70	64,4	1,49	133	15,0	7,6
10	40	70	45,83	1,90	104	16,0	4,5
11	40	70	52,63	2,48	73	19,0	5,3
12	40	70	77,08	2,79	71	16,0	2,95
13	80	70	60,0	5,86	34	8,3	2,35
14	80	70	58,33	6,2	32	12,0	4,1
15	80	70	41,46	2,68	74	13,7	2,8
16	80	70	48,98	3,68	54	13,6	6,05
17	60	60	69,77	0,83	240	14,3	3,0
18	60	60	-	0,83	240	16,0	11,2
19	60	60	-	0,83	240	14,3	21,95

TR – Taxa de recuperação; **TE** – Taxa de evaporação; **t** – Tempo; **TS** – Teor de sólidos.

Os experimentos 1 a 4, 8, 18 e 19 não apresentam valor de rendimento, pois, não secaram até o tempo pré-estabelecido nos ensaios preliminares que foi de 240 min, evidenciando que nas condições propostas para essas amostras, não foi possível obter

resultados da taxa de recuperação. Constatou-se que após esse tempo (240 min) de concentração em evaporador rotativo, os experimentos 18 e 19 (pontos centrais) apresentaram uma massa coletada com alto teor de água residual, sendo de 35,37 e 23,89% respectivamente. Enquanto que no experimento 8 obteve-se 52,61%, e nos experimentos 1 a 4 apresentou-se entre 94,97% e 96,15% de umidade residual.

Portanto, constata-se que a temperatura do evaporador rotativo a 50 °C não foi eficiente em secar amostras com alta quantidade de água, como foi o caso dos experimentos 1 a 4, em que a concentração de etanol foi de 40%. Uma explicação se deve ao fato de que, a pressão de vapor da água ideal usando uma temperatura 50 °C é de 92,51 mmHg, e a pressão do sistema de evaporação utilizada nas secagens foi de aproximadamente 160 mmHg.

Com relação aos pontos centrais do experimento, em que os ensaios 17, 18 e 19 utilizaram a temperatura de 60 °C em evaporador rotativo, salienta-se que a pressão de vapor da água correspondente a essa temperatura é de 149,38 mmHg, bem mais próxima da pressão do sistema utilizada nos ensaios (160 mmHg); e o fato do experimento 17 ter apresentado melhores resultados de secagem em relação aos outros pontos centrais (18 e 19), pode estar relacionado às oscilações de pressão local e temperatura do equipamento em cerca de 1 ou 2 °C a mais no dia da secagem, evidenciando nesse caso, um aumento da temperatura para 62 °C o que alcançaria uma pressão de 163,77 mmHg, ficando bem próxima da pressão do sistema utilizada nos ensaios, e obtendo assim, uma melhor condição de secagem do que os demais.

Uma análise de variância foi realizada para os dados experimentais apresentados na Tabela 1.1, visando identificar as variáveis que produzem influência significativa nos parâmetros em estudo.

Na análise de significância, a um nível de 95% de confiança, pode-se comprovar que todos os efeitos principais na interação quádrupla: temperatura: tempo: concentração do etanol: temperatura do evaporador rotativo não apresentaram diferença significativa para as variáveis resposta em estudo; porém, as interações duplas e individuais foram significativas entre si.

A análise de variância para a taxa de recuperação do produto analisada ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) revelou interação significativa entre a concentração de etanol e a temperatura do evaporador rotativo, indicando que a taxa de recuperação do produto varia em função da concentração de etanol utilizada no extrato e da temperatura do evaporador rotativo na secagem do extrato concentrado. Muitos estudos vêm demonstrando a influência da extração no teor de metabólitos secundários e no rendimento dos extratos (VONGSAK et al.,

2013; BAMPOULI et al., 2014; KARABEGOVIĆ et al., 2014). Mochi (2005) verificou diferentes temperaturas no rendimento do óleo essencial e teor de 1,8-cineol presente nas folhas de *Eucalyptus camaldulensis*, variando de 35 até 70 °C, e pode verificar que as temperaturas de 65 e 70 °C obtiveram rendimentos maiores comparado a outras temperaturas e massa fresca.

A opção por um processo de extração deve ser baseada em um conjunto de fatores, entre eles rendimento, qualidade do produto, tempo de operação e custo (MESOMO, 2013). Sendo assim, é importante avaliar os parâmetros em conjunto e não de forma isolada.

Do ponto de vista econômico, processos com baixas temperaturas, podem reduzir custos na extração, com alto rendimento, em menor tempo, e conseqüentemente menor consumo de solvente, sendo possível, portanto, otimizar o processo (CORSO, 2008; FREITAS et al., 2008; PEDERSSETTI, 2008).

Na Tabela 1.2 pode-se observar as variáveis que apresentaram significância para a taxa de evaporação do processo. Utilizando um nível de 95% de confiança ($p < 0,05$), pode-se comprovar que as interações concentração de etanol x temperatura do evaporador rotativo e tempo de extração x concentração do etanol, apresentaram diferença significativa.

Tabela 1.2: ANOVA para a taxa de evaporação no processo.

Fonte de variação	D F	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr (>F)
Temperatura de extração	2	4.6418	2.3209	4.8492	0.0476*
Concentração de etanol	1	6.7081	6.7081	14.0158	0.0072**
Temperatura do evaporador rotativo	1	25.3512	25.3512	52.9684	0.0001***
Tempo de extração: Concentração de etanol	1	4.0200	4.0200	8.3994	0.0230*
Concentração de etanol: Temperatura do evaporador rotativo	1	5.2441	5.2441	10.9569	0.0129*
Resíduo	7	3.3503	0.4786		

* 0.05

** 0.01

*** 0.001

A análise estatística de acordo com a tabela supracitada também revelou haver diferença mínima significativa ($p < 0,05$) na temperatura de extração, indicando a influência dessa variável independente na variável resposta – taxa de evaporação. As outras variáveis individuais que obtiveram influência com alto nível de significância foram a concentração do etanol, que apresentou 1% de confiança ($p < 0,01$) e a temperatura utilizada no evaporador rotativo ($p < 0,001$).

A análise de variância para as perdas no processo de secagem do extrato, analisadas ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), revelou que essa variável resposta não foi influenciada pelas variáveis independentes em estudo, não apresentando diferenças entre si. Isso revela que, independente da temperatura utilizada no evaporador rotativo, assim como as demais variáveis independentes do experimento, as perdas não foram influenciadas significativamente.

A análise estatística revelou haver diferença mínima significativa ($p < 0,05$) das médias de interação entre a concentração de etanol e a temperatura de extração para o teor de sólidos, indicando que o teor de sólidos do extrato variou em virtude da concentração de etanol e da temperatura utilizada na preparação do extrato. O teor de sólidos foi maior a menores concentrações de etanol e a maiores temperaturas de extração.

Morais (2019) observou que os altos teores de sólidos totais se encontram na faixa de concentração etanólica entre 40 e 80%, e que a maiores temperaturas se obtêm, maiores teores de sólidos totais. O autor relata ainda que foi possível perceber o aumento da concentração de sólidos totais com a diminuição da concentração de etanol, onde os pontos ótimos obtidos foram de 48,78% na concentração de etanol/água.

Considerando ainda o teor de sólidos, o modelo de regressão linear da Figura 2.4 representa o comportamento dessa variável ao longo da variável independente concentração de etanol (v/v).

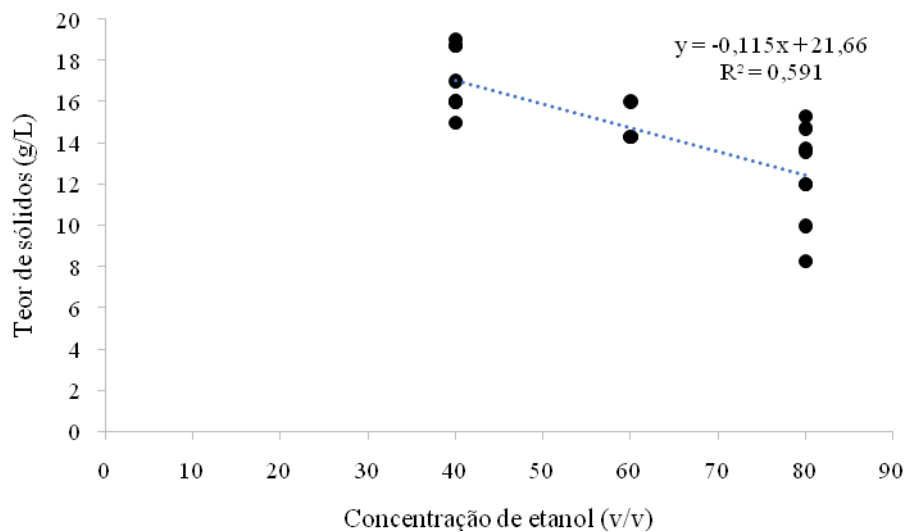


Figura 2.4: Teor de sólidos ao longo da variável independente concentração de etanol.

O coeficiente de determinação que varia de 0 a 1, reflete a qualidade do ajuste do modelo de regressão ($R^2=0,59$), o gráfico indica, portanto, que à medida que se aumenta a

concentração de etanol no extrato, o teor de sólidos é reduzido. No trabalho realizado por Bitencourt, Queiroga e Cabral (2014) com *Melia azedarach* L., o extrato hidroalcolico apresentou maior teor de compostos fenólicos em detrimento dos outros solventes - água e a mistura $scCO_2$ + etanol.

O álcool em concentrações relativamente elevadas dissolve muito bem componentes da planta que apresentam interesse farmacológico, como é o caso dos flavonoides, taninos, alcaloides entre outros. Entretanto, reduz a extração de compostos polares, que também podem ter alguma atividade (SOUZA, 2003).

Em contrapartida, a adição de água acarreta um aumento na extração de compostos polares, levando a um extrato com maior teor de sólidos. Esse fato implicaria na diminuição significativa da energia utilizada para a evaporação do líquido excedente além de manter as condições operacionais dos secadores dentro da faixa de segurança (menor concentração de etanol).

Alguns estudos demonstram que solventes com polaridade maior extraem maiores teores de compostos fenólicos, entretanto, o solvente alcóolico tem sido empregado para extração de fenólicos, dando maior rendimento de extrato total. A literatura relata que, soluções de misturas de álcool e água são mais eficientes na extração de compostos fenólicos em comparação com os mesmos solventes quando utilizados puros (HUSSAIN et al., 2012; GIRONI; PIEMONTE, 2011).

3.3 Correlação entre as variáveis em estudo

A correlação visa estimar uma relação que possa existir entre duas variáveis em estudo. Foi feita a correlação entre as variáveis – temperatura da extração, tempo de extração, concentração do etanol, temperatura do evaporador rotativo, taxa de recuperação, taxa de evaporação, teor de sólidos e perdas (Tabela 1.3). O sinal positivo indica que as variáveis são diretamente proporcionais, enquanto que o sinal negativo indica que a relação entre as variáveis é inversamente proporcional.

A temperatura utilizada na preparação do extrato apresentou correlação positiva com a taxa de evaporação e teor de sólidos, indicando que, à medida que a temperatura aumenta, a taxa de evaporação e o teor de sólidos também aumentam. Há também correlação inversamente proporcional dessa temperatura com as variáveis taxa de recuperação e perdas, o que indica que, quando a temperatura é alta, a taxa de recuperação e perdas no processo tendem a diminuir.

Tabela 1.3: Coeficiente de correlação entre as variáveis estudadas.

	<i>Temp.</i> (°C)	<i>Tempo</i> (min)	<i>CE</i> (v/v)	<i>T</i> (°C)		<i>TE</i> (g/min)	<i>TS</i> (g/L)	<i>Perdas</i> (g)
				<i>ER</i>	<i>TR</i> (%)			
Temperatura (°C)	1							
Tempo (min)	0	1						
Concentração de etanol	0	0	1					
Temperatura (°C) ER	0	0	0	1				
TR (%)	-0,15	-0,15	0,36	0,39	1,00			
TE (g/min)	0,09	-0,15	0,36	0,70	0,37	1,00		
Teor de sólidos (g/L)	0,18	0,22	-0,77	-0,18	-0,55	-0,49	1,00	
Perdas (g)	-0,19	-0,27	-0,10	-0,34	-0,37	-0,44	0,09	1,00

ER- Evaporador rotativo; **TR** – Taxa de recuperação; **TE** – Taxa de evaporação; **TS** – Teor de sólidos.

Segundo Oliveira et al., (2011) a secagem quando é realizada de maneira inapropriada pode resultar na perda de componentes voláteis e reduzir tanto o valor terapêutico de determinada planta quanto à qualidade do produto desejado.

Segundo Takeuchi et al. (2009), temperaturas mais elevadas proporcionam um aumento da difusividade do solvente na matéria-prima e também um aumento da solubilidade do soluto contido na matéria-prima no solvente. O efeito combinado entre estes fatores proporciona uma maior capacidade do solvente de carrear os compostos para fora das células, resultando assim em maiores valores de rendimento global.

Em seu estudo, Freitas et al. (2009) empregaram etanol:água (70:30, v/v) como solvente de extração a frio por maceração durante 3 dias e obtiveram 64,1% (b.s.) de rendimento para *Pfaffia glomerata*. As variações de rendimento podem ser atribuídas a diferenças nos lotes de matéria-prima e variações nos procedimentos de extração empregados.

O tempo de extração apresentou correlação positiva com o teor de sólidos, revelando que o aumento no tempo da extração proporcionou aumento no teor de sólidos do extrato, já a correlação entre o tempo de extração e a taxa de recuperação, taxa de evaporação e perdas foi negativa, indicando que, à medida que aumenta o tempo de extração, essas variáveis respostas tendem a diminuir. Observou-se, portanto, que com o aumento do tempo e da temperatura de extração, elevou-se também o teor de sólidos.

A concentração de etanol no extrato apresentou correlação diretamente proporcional com a taxa de recuperação e taxa de evaporação, e correlação inversamente proporcional com o teor de sólidos e perdas.

Oliveira et al. (2016) realizou estudo utilizando como solventes na extração o etanol e o solvente hidroalcolico, observaram-se que o solvente hidroalcolico a 70% possuiu melhor

rendimento em praticamente todos os métodos extrativos, em detrimento do etanol. Os resultados mostraram que as técnicas de extração e a natureza do solvente extrator afetam diretamente nos rendimentos extrativos e no teor de metabólitos presentes, podendo interferir em atividades biológicas e farmacológicas, porém, é necessário conhecer a natureza do material a ser estudado.

Outro parâmetro que retrata a influência das variáveis sobre a elevação do rendimento e taxa de evaporação é a temperatura de secagem em evaporador rotativo, onde os níveis mais altos de temperatura representam um aumento da taxa de rendimento e de evaporação.

3.4 Determinação das condições ótimas de processos

Dentre os 19 ensaios de secagem utilizados no planejamento, os experimentos abaixo foram escolhidos por refletir uma amostra de extrato para cada nível de concentração de etanol e temperatura do evaporador rotativo utilizados, já que foram as variáveis resposta que apresentaram as maiores diferenças significativas entre as variáveis estudadas. Realizou-se a análise da atividade de água e do teor de taninos, para que fossem feitas as comparações quanto a esses parâmetros analisados (Tabela 1.4).

Tabela 1.4: Parâmetros dos extratos concentrados em evaporador rotativo.

Exp.	Concentração de etanol (v/v)	T (°C) Evaporador Rotativo	TR (%)	TE (g/min)	Aw	TS (g/L)	Taninos (mg/g)
6	80	50	70,45	1,28	0,471	14,7	112,98
12	40	70	77,08	2,79	0,408	16,0	81,37
14	80	70	58,33	6,2	0,432	12,0	98,75
17	60	60	69,77	0,83	0,799	14,3	72,55

TR – Taxa de recuperação; **TE** – Taxa de evaporação; **Aw** – Atividade de água; **TS** – Teor de sólidos.

Com relação à atividade de água, observa-se que os ensaios 6, 12 e 14 apresentaram valores próximos se comparado ao ensaio 17, que apresentou o dobro dessa atividade, constatando-se que a taxa de evaporação desse foi bem baixa (0,83 g/min), apresentando um tempo de secagem em evaporador rotativo de 240 min, tempo limite utilizado nos ensaios, e, apresentando ao fim da secagem um extrato concentrado espesso. Portanto, o ensaio 17 obteve um rendimento satisfatório com a temperatura e o tempo de extração utilizados, porém, a taxa de evaporação foi muito baixa, e a atividade de água bem elevada com alto teor

de água, apresentando o menor teor de taninos totais dos experimentos analisados, indicando que a essas condições de temperatura e concentração, a secagem não foi eficiente.

A atividade de água dos extratos corrobora o estudo realizado por Gomes (2019) com erva cidreira, que encontrou valores entre 0,2 a 0,49 nos seus ensaios de secagem. Enquanto Santos et al. (2014) encontraram valores de 0,26 para o capim-limão, 0,26 para o chá verde e 0,27 para hibisco.

A secagem é importante já que diminui a atividade de água e conseqüentemente minimiza a deterioração causada pelas reações microbiológicas, químicas e enzimáticas (KAJIYAMA; PARK, 2010). Para Zonta et al. (2011) a diminuição da atividade de água é também necessária para a conservação do produto durante seu armazenamento.

Quando se considera o teor de taninos totais, o etanol em maiores concentrações parece ser um solvente bastante eficiente em extrair esses compostos. O uso da concentração de etanol em 80% nos ensaios 6 e 14 mostrou resultados semelhantes, ainda que as temperaturas utilizadas na secagem em evaporador rotativo sejam diferentes (50 e 70 °C). Todavia, o ensaio 12 que utilizou a concentração de etanol em 40% também apresentou valores significativos para taninos, ressaltando o maior rendimento e maior teor de sólidos entre os demais, além da mais baixa atividade de água. Segundo Veggi (2013) a água não somente aumenta a eficiência da extração de compostos fenólicos, mas também é o solvente mais adequado por ser ecologicamente seguro e ter baixo custo. Por isso, é importante avaliar o extrato como um todo, e não apenas o resultado isolado de um parâmetro em estudo.

O experimento 14, que apresentou elevados teores de taninos, por outro lado, possui o menor rendimento e menor teor de sólidos. Oliveira et al. (2016) em um de seus métodos de extração utilizados, obteve os menores resultados nos teores de metabólitos, mas foi a extração que apresentou maior rendimento, sendo considerado o extrato total.

Diante disso, a partir das variáveis respostas pode-se escolher a melhor condição de secagem, sendo possível inferir que o ensaio que apresentou um elevado valor na taxa de recuperação do produto e também um elevado teor de sólidos e taxa de evaporação, e que apresentou baixas perdas durante o processo foi a condição do experimento 12, que é proveniente da combinação do nível superior de tempo de extração (90min), nível superior de temperatura de extração (80 °C), nível inferior de concentração de etanol (40%), onde é máximo o teor de sólidos, secado a uma temperatura de 70°C no evaporador rotativo. Estando esse produto propício à armazenagem, devido ao seu baixo teor de água (6,0%) e atividade de água (0,408). Pretende-se com estas condições, a extração de substâncias de diferentes polaridades, o que seria interessante, pois, ainda não é descrito na literatura especializada.

O resíduo seco é um parâmetro importante na seleção de soluções extrativas, haja vista que no processo de secagem, o baixo teor de sólidos gera porosidade na partícula resultando em pós com baixa densidade e inadequados na formulação de formas farmacêuticas sólidas (OLIVEIRA; PETROVICK, 2010). Os resultados encontrados por Peixoto (2012) indicaram que o solvente constituído por 50% de etanol, foi capaz de extrair maiores teores de metabólitos da planta *Bauhinia forficata* Link. nas condições estabelecidas.

A temperatura e o tempo de secagem podem afetar a atividade e estabilidade de compostos bioativos devido à degradação enzimática e química, perdas por volatilização e/ou decomposição térmica (DORTA; LOBO; GONZÁLEZ, 2012).

3.5 Caracterização físico-química e dos taninos totais do extrato seco

A Tabela 1.5 apresenta os resultados das caracterizações do extrato seco em pó (experimento 12) obtido por secagem em evaporador rotativo.

O teor de água foi o mesmo encontrado por Gomes (2019) para erva cidreira, e próximo ao valor encontrado por Machado (2017) que foi de 4,15 para *Spondiamombin*. A diminuição do teor de umidade durante o processo de secagem assegura a estabilidade do produto, devido à diminuição da disponibilidade de água, dificultando degradação de origem físico-química, microbiológica e enzimática (SANTOS, 2009).

A atividade de água do produto obtido no presente trabalho foi de $0,4 \pm 0,01$, valor favorável à manutenção da estabilidade do produto, visto que atividades de água inferiores a 0,5 inibem o crescimento microbiano (OLIVEIRA et al., 2010). Portanto, esses valores encontrados garantem que o produto poderá ser armazenado por um longo período de tempo.

Tabela 1.5: Parâmetros físico-químicos e de taninos totais do extrato seco de mastruz.

Parâmetro	Extrato seco do mastruz
Teor de água (%)	$6,0 \pm 0,16$
Atividade de água	$0,40 \pm 0,01$
Rendimento (%)	$77,08 \pm 0,02$
Molhabilidade (mg/s)	$16,66 \pm 0,02$
Solubilidade (%)	$64,0 \pm 0,02$
Insolúveis (%)	$36,0 \pm 0,02$
Densidade aparente (g/mL)	$0,443 \pm 0,01$

Densidade compactada (g/mL)	0,521 ± 0,02
Índice de Carr - IC (%)	17,64 ± 0,04
Fator de Hausner (FH)	1,17 ± 0,04
Cor a*	3,53 ± 0,61
b*	16,43 ± 1,26
C*	16,83 ± 1,30
L*	25,36 ± 0,41
H*	77,87 ± 2,05
Taninos (mg/g)	81,36 ± 0,21

O rendimento encontrado foi satisfatório (77,08% ± 0,02). Couto (2011) encontrou valores de rendimento de secagem variando de 17,1 a 74,96% para a espécie *Rosmarinus officinalis* L. em spray dryer. A taxa de molhabilidade da amostra foi de 16,66 mg/s, aproximadamente 60 s. Szulc e Lenart (2012) ao caracterizarem pós alimentícios quanto à molhabilidade, verificaram que o tempo de umedecimento dos pós foram acima de 15 s, e alguns tipos de pós tiveram o tempo da molhabilidade maior que 180 s.

Observa-se que o produto é bem solúvel com uma solubilidade em torno de 64% ± 0,02. Fernandes (2013) encontrou valores de solubilidade do extrato seco de *Psidium guajava* em spray dryer variando entre 35,5 a 94,44%, com acréscimo significativo nos valores da solubilidade com o aumento da porcentagem de aditivos utilizados.

O extrato seco apresentou um valor de FH de 1,17 ± 0,04 e IC de 17,64% ± 0,04, considerados de boa fluidez. Valores baixos de FH e IC são característicos de pós com maior estabilidade de empacotamento, o que contribui para maiores ângulos de repouso. Os índices de compactação (densidade aparente e de compactação, fator de Hausner e Índice de Carr) são características de extrema importância para o processamento tecnológico de materiais presentes na forma de pós (FERNANDES, 2013).

Dessa forma, o extrato seco obtido nesse trabalho está classificado como de fluxo bom. Fernandes (2013) encontrou menores valores entre 1,23 e 1,40 para FH e valores entre 18,52 e 28,21% para IC, considerados de fluxo escasso a fraco, resultado comumente observado em produtos secos em spray dryer.

Quanto à coloração da amostra, a coordenada a* varia de vermelho a verde, onde valores menores e negativos, representa coloração verde. Como pode ser observado na Tabela 1.5, o extrato seco apresenta valores que tendem ao verde (3,53 ± 0,61). A coordenada de cromaticidade b* pode variar de -50 (azul) a +70 (amarelo), a amostra em estudo está em uma

faixa intermediária entre as duas cores, o que representaria uma tendência ao verde amarelado, apresentando valores de $16,43 \pm 1,26$.

A luminosidade L representa o brilho numa escala que varia de 0 (preto) a 100 (branco), valores baixos, como o encontrado na amostra ($25,36 \pm 0,41$), representam baixa luminosidade, contribuindo para uma coloração mais intensa.

O valor de c^* indica a saturação, ou seja, a pureza da cor em relação ao branco ($16,83 \pm 1,30$). Quanto maior o ângulo Hue (H), mais verde será a coloração da amostra, os dados referentes a este parâmetro demonstram que na amostra foi encontrado $77,87 \pm 2,05$, sendo um valor elevado, a amostra apresenta, portanto, coloração verde.

O extrato seco de mastruz (Figura 2.5) apresentou uma alta concentração de taninos ($81,36 \text{ mg/g} \pm 0,21$), indicando que a secagem concentrou bem esses bioativos presentes nas folhas. Santos et al. (2018) encontraram valores de $58,43 \text{ mg/g}$ de fenólicos totais para *Croton línea rifolius*, valores estes menores do que o encontrado neste estudo. Isso demonstra que a secagem se mostrou eficaz na obtenção do pó em relação à concentração de taninos.

O conjunto de resultados obtidos neste trabalho e por diversos autores comprovam que a composição de secagem exerce significativa influencia sobre as propriedades físicas e químicas do produto seco obtido, justificando a necessidade de estudos experimentais.



Figura 2.5: Extrato seco de mastruz.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram o impacto significativo das condições de processo (temperatura de extração e do evaporador rotativo, concentração de etanol, tempo) na eficiência da secagem e nas propriedades dos extratos secos do mastruz obtidos pela concentração em evaporador rotativo.

As melhores condições de processo a ser empregado na obtenção de extratos secos de *C. ambrosioides* com propriedades físico-químicas adequadas é aquele executado com uma baixa concentração de etanol (40%), temperatura de secagem de 70 °C e maior temperatura de extração (80°C). A concentração em evaporador rotativo é uma técnica adequada para a secagem de extrato de folhas de mastruz, reportada nos valores dos taninos totais encontrados.

O pó obtido apresentou resultados significativos com relação às propriedades estudadas. Os taninos totais concentraram-se devido ao processo de secagem, aumentando o poder para fins terapêuticos da planta, que a deixa em uma boa posição na lista de plantas utilizadas pela população para o tratamento de enfermidades.

Os resultados como um todo demonstram que o processo de secagem pela técnica de concentração em evaporador rotativo pode ser uma alternativa atrativa e promissora para o desenvolvimento de produtos intermediários padronizados de *C. ambrosioides*.

REFERÊNCIAS

- BADKE M.R. **Significado do uso de plantas em práticas de autoatenção em situações de padecimento.** Pelotas, 2017. 158f. Tese. (Doutorado em Enfermagem). Universidade Federal de Pelotas.
- BADKE, M.R.; COGO, S.B.; ILHA, A.G.; HEISLER, E.V.; SCHIMITH, M.D.; SACRAMENTO, H.T. Panorama brasileiro dos serviços de plantas medicinais e fitoterápicos. **Revista de Enfermagem**, v.9, p.1-19, 2019.
- BAMPOULI, A.; KYRIAKOPOULOU, K.; PAPAEFSTATHIOU, G.; LOULI, V.; KROKIDA, M.; MAGOULAS, K. Comparison of different extraction methods of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves: Yield, antioxidant activity and essential oil chemical composition. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v.1, n.3, p.81-91, 2014.
- BITENCOURT, R. G.; QUEIROGA, C. L.; CABRAL, F. A. **Obtenção de extratos de *Melia azedarach* L. por processo sequencial em leito fixo usando scco2, etanol e água como solventes.** XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Florianópolis, SC. 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **RENISUS – Relação nominal de plantas medicinais de interesse ao SUS.** Espécies vegetais. 2009. Disponível em <

<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/maio/07/renisus.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

CARTAXO, S. L.; SOUZA, M. M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. Medicinal plants with bioprospecting potential used in semi-arid northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 131, p. 326-342, 2010.

CORSO, M.P. **Estudo da extração de óleo de sementes de gergelim (*Sesamun indicum* L.) empregando os solventes dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado**. Toledo, 2008. 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

COUTO, R.O. **Obtenção e caracterização do extrato seco padronizado da *Rosmarinus officinalis* L. (LAMIACEAE)**. Goiânia, 2011. 128p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Goiás.

DORTA, E.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Using drying treatments to stabilise mango peel and seed: Effect on antioxidante activity. **LWT – Food Science and Technology**, v.45, p.261-268, 2012.

FENNER, R.; BETTI, A.H.; MENTZ, L.A.; RATES, S.M.K. Plantas utilizadas na medicina popular brasileira com potencial atividade antifúngica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 3, p. 369-394, 2006.

FERNANDES, M.R.V. **Padronização e avaliação biológica de extratos secos de *Psidium guajava* L. obtidos por spray drying**. Ribeirão Preto, 2013. 237p. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas). Universidade de São Paulo.

FERREIRA, V. F.; PINTO, A. C. A fitoterapia no mundo atual. **Quím. Nova**, v. 33, n. 9, p. 1829, 2010.

FREITAS, C. S.; BAGGIO, C. H.; TWARDOWSCHY, A.; SANTOS, A. C. D.; MAYER, B.; LUIZ, A. P.; SANTOS, C. A. M. D.; MARQUES, M. C. A.; SANTOS, A. R. S. D. Involvement of glutamate and cytokine pathways on antinociceptive effect of *Pfaffia glomerata* in mice. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 122, n. 3, p. 468-472, 2009.

FREITAS, L.S.; OLIVEIRA, J.V.; DARIVA,C.; JACQUES, R.A.; CAMARÃO, E.B. Extraction of grape seedoil using compressed carbon dioxide and propane: extraction yields and characterization of free glycerol compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.2558-2564, 2008.

GIRONI, F.; PIEMONTE, V. Temperature and solvent effects on polyphenol extraction process from chestnut tree wood. **Chemical Engineering Research and Desing**, v.89, n.7, p.857-862, 2011.

GOMES, M.E.M. **Obtenção de Extrato Seco de Erva-Cidreira (*Lippia alba*) Mediante Secagem por Atomização**. Campina Grande, 2019. 70p. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande.

HUSSAIN, A.I.; CHATHA, S.A.S.; NOOR, S.; KHAN, Z.A.; ARSHAD, M.U.; RATHORE, H.A.; SATTAR, M.Z.A. Effect of extraction techniques and solvent systems on the extraction of antioxidant components from Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Hulls. **Food Analytical Methods**, v.5, n.4, p.890-896, 2012.

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**, v. 12, n. 1, p. 29-36, 2010.

KARABEGOVIĆ, I.T.; STOJICEVIC, S.S.; VELICHOVIC, D.T.; TODOROVIC, Z.B.; NIKOLIC, N.C.; LAZIC, M.L. The effect of different extraction techniques on the composition and antioxidant activity of cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) leaf and fruit extracts. **Industrial Crops and Products**, v.54, p.142- 148, 2014.

MACHADO, J. C. B. Secagem por apersão de extrato de *Spondiasmombin*. **XI Simpósio Brasileiro de Farmacognosia e XVI Simpósio Latinoamericano de Farmacobotanica**. Curitiba, 2017.

MESOMO, M.C. **Obtenção de extrato de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) usando co2 supercrítico e propano comprimido: cinética de extração e atividade biológica**. Curitiba, 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná.

MOCHI, V. T. **Efeito da temperatura de secagem no rendimento do óleo essencial e teor de 1,8-cineol presente nas folhas de *Eucalyptus camaldulensis***. Campinas, 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química.) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química.

MORAIS, S.A. **Otimização do processo de extração de taninos a partir da espécie *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret**. Maceió, 2019. 98p. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia). Universidade Federal de Alagoas.

OLIVEIRA, A.P.; ARAUJO, S.; LIMA, E.B.S.; SOUZA, L.K.M.; ALVARENGA, E.M.; MEDEIROS, J.V.R. Prospecção científica e tecnológica de *Chenopodium ambrosioides*, com ênfase nas atividades farmacológicas. **Cad. Prospec.**, v. 8, n. 4, p. 828-838, 2015.

OLIVEIRA, M.T.R., BERBERT, P.A., MATOS, C.R.R., MATHIAS, L., MOREIRA, R.O. Efeito da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Pectis brevipedunculata*. **Quim. Nova**, v.34, n.7, 2011.

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

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.**, v.18, n.1, supl. I, p.230-239, 2016.

OLIVEIRA, W.P.; SOUZA, C.R.F.; KUROSZAWA, L.E.; PARK, K.J. Spray drying of food and herbal products. In: WOO, M.W.; MUJUNDAR, A.S.; DAUD, W.R.W. **Spray Drying Technology**, cap.5, v.1, p.113-156, 2010.

PEDERSSETTI, M.M. **Análise dos efeitos da temperatura e pressão na extração supercrítica do óleo essencial de canola com dióxido de carbono e N-propano**. Toledo, 2008. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

PEIXOTO, M.S. **Obtenção, caracterização e avaliação toxicológica de extrato seco padronizado à base de *Bauhinia forficata* Link**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Federal de Pernambuco.

RAMOS, U. F.; SOLEDADE, S. C.; BAPTISTA, E. R. Utilização de plantas medicinais pela comunidade atendida no Programa Saúde da Família da Pirajá, Belém, PA. **Infarma**, v. 24, n. 5/6, p. 10-18, 2011.

SANTOS, C. T; PASSOS, M. M S; COSTA, M. A. R; RAMOS, R. S; FERNANDES, E. P; PINHEIRO, L. S; SILVA, B. C. S; GUALBERTO, S. A. Fenólicos totais e flavonoides totais de extratos obtidos dos caules de *Croton linearifolius* (Euphorbiaceae). **58º congresso brasileiro de química**. São Luis/ MA. Novembro, 2018.

SANTOS, C.J.R. **Secagem de sementes de girassol via radiação infravermelho e convecção forçada de ar aquecido**. Aracajú, 2009. 75p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos). Universidade Tiradentes.

SANTOS, U. V; SANTOS, B. S; SILVA, G. F; CONSTANT, P. B. L; SANTOS, J. A. B. Avaliação do potencial de ervas medicinais: capim limão (*Cymbopogon citratos D. C*), Chá verde (*Camellia sinenses L.*) e Hibisco (*Hibiscus sabdariffa L.*). **Geintec**, v.4, n.4, 2014.

SAVI, A. **Otimização do processo de extração de compostos bioativos de folhas de jambo (*Syzygium malaccens*)**. Pato Branco, 2015. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SOUZA, C. D.; FELFILI, J.M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso, Goiás, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 135-142, 2006.

SOUZA, C.R.F. **Estudo comparativo da produção de extrato seco de *Bauhinia forficata* Link pelos processos spray-dryer e leito de jorro**. Ribeirão Preto, 2003. 208p. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo.

SZULC, K.; LENART, A. Water vapour adsorption properties of agglomerated baby food powders. **Journal of Food Engineering**, v.109, n.1, p. 135-141, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.09.023>.

TAKEUCHI, T. M.; PEREIRA, C. G.; BRAGA, M. E. M.; MARÓSTICA, J., M. R.; LEAL, P. F.; MEIRELES, M. A. A. Low pressure solvent extraction (solid-liquid extraction, microwave assisted, and ultrasound assisted) from condimentary plants. In: MEIRELES, M. A. A. (Ed.). **Extracting Bioactive Compounds for Food Products**, Boca Ratun, USA: CRC Press/ Taylor & Francis Group, p.137-218, 2009.

VEGGI, P.C. **Obtenção de compostos fenólicos de plantas brasileiras via tecnologia supercrítica utilizando cossolventes e extração assistida por ultrassom.** Campinas, 2013. 190p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.

VONGSAK, B.; SITHISARN, P.; MANGMOOL, S.; THONGPRADITCHOTE, S.; WONGKRAJANG, Y.; GRITSANAPAN, W. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. **Industrial Crops and Products**, v.44, p.566–571, 2013.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteu micromrthod for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. 3-5, 2006.

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 II

Caracterização físico-química de folhas de mastruz: aplicação de diferentes processos de extração e influência sobre o rendimento e teor de taninos

1 INTRODUÇÃO

Os produtos naturais são utilizados desde os tempos antigos na cura de doenças e males do corpo humano. Muitas culturas utilizaram estes produtos por ser a principal, ou até mesmo a única matéria-prima para elaboração de medicamentos. Nos últimos anos, os produtos naturais têm se tornado fonte para o desenvolvimento de novas drogas, permitindo o avanço na descoberta de agentes terapêuticos contra doenças infecciosas, como câncer, imunodeficiências e outras. Assim sendo, o valor dos produtos naturais está claramente reconhecido e, portanto, identificar compostos bioativos e elucidar seus mecanismos de ação são os desafios que se apresentam (SAVI, 2015).

A fitoterapia nos dias de hoje está amplamente difundida e aceita na medicina humana e veterinária. Assim, a *Chenopodium ambrosioides* L. é uma das plantas que apresenta ampla aplicabilidade terapêutica para o manejo de diversas situações e enfermidades, com alto potencial frente à endoparasitose e ectoparasitose. A empregabilidade desta planta vem impulsionando diversas pesquisas in vitro e in vivo como fitoterápico. No entanto, mais estudos são necessários para correlacionar composição química e ação farmacológica, de forma a potencializar os efeitos desejados e reduzir os efeitos tóxicos potenciais (ALMEIDA et al., 2018).

O mastruz (*C. ambrosioides* L.) é um produto natural do semiárido muito usado em várias regiões possuindo diversas indicações terapêuticas, podendo ser cultivada em jardins/quintais ou pequenos cultivos a campo (BLANCKAERT et al., 2012).

Calado et al. (2015) relatam que muitas plantas são popularmente usadas para fins nutricionais e/ou terapêuticos, inclusive no desenvolvimento e descoberta de novos medicamentos para o tratamento de doenças degenerativas como osteoartrite (OA). Ressaltam ainda que algumas ações biológicas desta planta (mastruz) foram demonstradas cientificamente, especialmente em estudos usando extratos de suas folhas.

Estudos já realizados por Vieira et al. (2011), Sousa et al. (2014) e Sá, Soares e Randau (2015), sobre a composição fitoquímica do mastruz está relacionada principalmente aos constituintes voláteis de seu óleo essencial, porém, outras substâncias não voláteis como taninos e flavonoides, também foram identificadas em folhas de mastruz, contudo, pouco

estudados. De acordo com Oliveira et al. (2015) em seu trabalho de prospecção científica e tecnológica de *C. ambrosioides* L., alguns estudos de toxicidade (oito) também já foram realizados, como exemplo a avaliação do efeito hepatotóxico da planta por Derrajia et al. (2014).

Há muitas metodologias na preparação de extratos para extração de compostos bioativos, onde alguns parâmetros podem ser modificados, como o solvente utilizado, o tempo e a temperatura de extração, o tamanho das partículas, além da natureza do vegetal. Não há como afirmar que existe um solvente ideal para a extração de compostos bioativos, pois nenhum solvente é capaz de isolar todos esses compostos (SAVI, 2015).

A extração consiste na primeira etapa para que ocorra uma análise qualitativa ou quantitativa de uma planta, pois a extração separa os compostos da matriz celular para serem posteriormente analisados. As técnicas convencionais que podem ser empregadas para extração de compostos do mastruz compreendem extração com solvente orgânico, por maceração, infusão. No entanto, pouco tem sido apresentado na literatura com relação à identificação de compostos presentes no mastruz obtidos por extração com solventes orgânicos, por isso, essa justificativa mostra a relevância do presente trabalho.

Os solventes comumente citados na literatura para a extração de compostos químicos de plantas são água, metanol, etanol e misturas hidroalcólicas destes solventes. No entanto, não há estudos que investiguem os efeitos dos diferentes solventes na extração de taninos presentes nos extratos das folhas de *C. ambrosioides*. Assim, estudos acerca desse conhecimento são importantes para afirmar com mais propriedade que tipo de interação se estabelece entre os taninos totais e os solventes de extração.

Encontra-se na literatura trabalhos utilizando diversos solventes como etanol (ALMANÇA et al., 2013; GRASSI, et al., 2013; VEBER et al., 2015), metanol (PEREIRA et al., 2015), acetona (SOUSA et al., 2014), hexano (VANDRESEN et al., 2010), éter etílico, álcool metílico e tetrahydrofurano (JARDINI et al., 2010), hexano e metanol (YAMAGUCHI; MENDES; 2020), entre outros.

Dentro deste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos do método de extração, da temperatura e do tipo de solvente sobre o rendimento e o teor de taninos totais dos extratos concentrados das folhas de mastruz (*C. ambrosioides* L.).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de realização

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Multiusuário de Pesquisas Ambientais – LAMPA - Setor de Farmacologia em colaboração com o Laboratório de Nutrição Animal – LANA - do Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR, UFCG, campus Patos-PB. Também se desenvolveu no Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA, UFCG, campus Pombal-PB.

2.2 Material vegetal

As folhas do mastruz (*C. ambrosioides* L.) *in natura* foram coletadas no Horto de Plantas Medicinais da Universidade Federal de Campina Grande, campus Patos-PB, constatando-se a espécie estudada mediante análise botânica realizada no Herbário CSTR - Rita Baltazar, sob número de tombamento 7517. Posteriormente, as folhas das plantas foram selecionadas e separadas para utilização imediata.

2.3 Caracterização físico-química das folhas de mastruz “*in natura*”

As folhas do mastruz *in natura* foram selecionadas, sanitizadas com água clorada a 50 ppm por 20 min em seguida lavadas para remoção da solução sanitizante, drenadas e trituradas em liquidificador convencional para se obter grânulos e assim iniciar a caracterização das mesmas, quanto aos seguintes parâmetros:

- Atividade da água: a atividade da água foi feita em aparelho de determinação de atividade de água (Aqualab). As medidas foram feitas em condições normais de temperatura (25 °C).
- pH: o pH foi determinado por um pHmetro.
- Teor de água: as determinações do teor de água foram calculadas em base úmida, de acordo com a equação 1:

$$\%X_{bu} = \frac{P_{H2O}}{P_t} \times 100 \quad (1)$$

Em que:

P_{H2O} – peso da água eliminada (g)

Pt – peso total (g)

- Acidez: segundo metodologia descrita por AOAC (2010). A acidez foi realizada utilizando o NaOH como titulante.

Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.4 Caracterização de taninos totais das folhas de mastruz “*in natura*”

As folhas de mastruz “*in natura*” foram analisadas quanto aos teores de taninos totais. Para a determinação de taninos totais, utilizou-se a metodologia descrita por Waterhouse (2006), com adaptações, conforme já descrito na subseção 2.6, pg. 33. As alíquotas utilizadas para a leitura em espectro foram de 0,626 $\mu\text{g/mL}$. As análises foram realizadas em triplicata.

2.5 Caracterização físico-química e de taninos totais das folhas secas do mastruz

As folhas de mastruz “*in natura*” foram secas em estufa com circulação e renovação de ar (modelo TE-394/1 marca Tecnal, figura 3) na temperatura de 55 °C por um período aproximado de 24 h, trituradas em moinho de facas modelo MA340 N° série 07004231 da marca Marconi® Equipamentos para Laboratório (Figura 3.1) e tamisado para obter diversas granulometrias. Para o preparo dos extratos foi utilizado pó com uma granulometria de 500 a 1000 μm .



Figura 3: Estufa para secagem das folhas *in natura*. Fonte: Arquivo pessoal (2020).



Figura 3.1: Moinho de facas.

As folhas secas do mastruz foram caracterizadas quanto aos seguintes parâmetros:

Teor de água – Segundo metodologia descrita por AOAC (2010), com estufa a 105 °C.

Atividade de água – Medida em medidor de atividade de água AQUALAB da Decagon Devices. As medidas foram feitas em condições normais de temperatura (25 °C).

Acidez e pH – Segundo metodologia descrita por AOAC (2010). As medidas foram feitas em condições normais de temperatura (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*), segundo a metodologia de Altamirano - Fortoul, Rossel (2011).

Molhabilidade – Esse parâmetro foi realizado segundo a metodologia de Freudig et al. (1999). Para tanto, depositou-se cuidadosamente 1000 mg do pó das folhas secas moídas sobre 100 mL de água destilada a 25 °C, observando-se o tempo necessário para que todas as partículas se molhassem (Equação 2):

$$M = N/t \quad (2)$$

Em que:

M - molhabilidade;

N - massa da amostra, em mg;

t - tempo, em s.

Solubilidade e insolúveis – A análise do parâmetro solubilidade seguiu o método gravimétrico preconizado por Dacanal e Menegalli (2009). Portanto, estipulou-se a porcentagem do material não solubilizado (insolúveis), submetido a 1 min de agitação e diluído em 50 mL de água destilada, que foi submetido a filtração em papel filtro. Esse material agregado ao filtro foi submetido a estufa a 60 °C por 24 h. Determinou-se a solubilidade e os insolúveis das folhas secas em pó através das Equações 3 e 4:

$$\text{insol} = m_2 (1 + \text{UBU}) / m_1 \times 100 \quad (3)$$

$$\text{sol} = 100 - \text{insol} \quad (4)$$

Em que:

insol - insolúveis, %;

m1 - massa inicial da amostra, g;

m2 - massa inicial da amostra remanescente no papel de filtro, g;

Ubu - teor de água da amostra, g;

Sol - solubilidade, %.

Densidade aparente e de compactação – A densidade aparente (ρ_{ap}) foi determinada com auxílio de uma proveta de 10 mL previamente pesada e posteriormente preenchida com o material seco, e determinada através da relação massa/volume. A densidade compactada (ρ_c) foi determinada a partir da montagem usada na densidade aparente, submetendo ao batimento da proveta preenchida com a amostra por 50 vezes sobre a bancada, a partir de uma altura pré-estabelecida de 2,5 cm, calculando-se a relação massa/volume compactado, segundo Tonon et al. (2009).

Densidade real – Tomou-se 20 g da amostra do pó e colocou-se em uma proveta graduada de 50 mL. Adicionou-se água com uma bureta de 50 mL até que a proveta estivesse com 50 mL. Fez-se a leitura de quanta água sobrou na bureta, determinando quanto líquido foi necessário para completar 50 mL da proveta. Então, calculou-se a densidade real com a seguinte Equação (5):

$$D_r = M / (v_p - v_a) \quad (5)$$

Em que:

M – massa da amostra; v_p – volume da proveta; v_a – volume de água gasto para completar a proveta.

Porosidade – A porosidade total (ε) foi calculada através da relação entre a densidade aparente e a densidade real da amostra, através da Equação (6).

$$\varepsilon = 1 - d_a / d_r \quad (6)$$

Índice de Carr (fluidez) e Fator de Hausner (coesividade) – A fluidez e compactabilidade/coesividade foram expressas em termos de índice de Carr (IC) (Carr, 1965) e fator de Hausner (FH) (Hausner, 1967), respectivamente. Foram calculados a partir dos dados da densidade aparente e densidade compactada conforme as Equações 7 e 8 respectivamente:

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_{ap}}{\rho_{ap}} \times 100 \quad (7)$$

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_{ap}} \quad (8)$$

Taninos totais – Para a determinação de taninos totais, utilizou-se a metodologia descrita por Waterhouse (2006), com adaptações, conforme já descrito na subseção 2.6, pg 33. As alíquotas utilizadas para a leitura em espectro foram de 0,457 $\mu\text{g/mL}$. As análises foram realizadas em triplicata.

2.6 Preparação dos extratos vegetais

Para os métodos extrativos propostos foi utilizada a mesma proporção da droga vegetal com o solvente extrator a qual foi de 5,0 g para 100 mL. Os solventes utilizados foram: água, metanol, etanol, acetona, hexano e clorofórmio.

2.6.1 Maceração estática

O extrato obtido por maceração estática foi preparado utilizando frascos ambares fechados hermeticamente por um período de 7 dias sem iluminação. Foram elaborados seis extratos vegetais por este método, usando 5,0 g do pó das folhas com 100 mL de cada solvente orgânico: água (MEH₂O), metanol (MEM), etanol (MEE), acetona (MEA), hexano (MEH) e clorofórmio (MEC).

2.6.2 Maceração dinâmica

O produto em pó composto pelas folhas secas do mastruz foi submetido ao processo de maceração dinâmica usando 5,0 g do pó com 100 mL do solvente etanol, obedecendo a temperatura de 50 °C pelo período de 2 h (MDE). A solução extrativa ficou em aquecimento com agitação constante, na sequência, o extrato foi resfriado a temperatura ambiente e filtrado em papel filtro.

2.6.3 Infusão

Para estas extrações, os solventes foram levados até a temperatura de ebulição, e, após este processo, foram vertidos em frascos ambares que continham o material vegetal e tampados por um período de 30 min, em seguida, filtrados em papel filtro. Foram elaborados seis extratos vegetais por este método, usando 5,0 g do pó das folhas com 100 mL de cada solvente orgânico: água (IH₂O), metanol (IM), etanol (IE), acetona (IA), hexano (IH) e clorofórmio (IC).

2.7 Caracterização de taninos totais dos extratos das folhas de mastruz

Os extratos foram analisados quanto aos teores de taninos totais. Para a determinação de taninos totais, utilizou-se a metodologia descrita por Waterhouse (2006), com adaptações, conforme já descrito na subseção 2.6, pg. 33. As alíquotas utilizadas para a leitura em espectro estavam entre 0,255 a 0,684 $\mu\text{g/mL}$. As análises foram realizadas em triplicata.

2.8 Teor de sólidos

O teor de sólidos foi expresso em g/L e calculado segundo a equação 9:

$$TS = (M2 - M1) / V \quad (9)$$

M2 - é a massa total da amostra, expressa em gramas (g);

M1 - é a massa da amostra seca, expressa em gramas (g);

V - é o volume da amostra, expresso em litros (L);

TS - é o teor de sólidos, expresso em gramas por litro (g/L).

2.9 Teor de água e densidade relativa dos extratos

O teor de água foi quantificado conforme metodologia de AOAC (2010), e a densidade relativa foi determinada de acordo com a metodologia da Farmacopeia Brasileira (1988) através de picnometria.

2.10 Rendimento global das extrações

Ao final de cada extração, o rendimento global foi calculado de acordo com a Equação 10, por meio da relação entre a massa total de extrato e a massa inicial em base seca.

$$X_0 = M_{\text{extrato}} / M_{\text{amostra}} \times 100 \quad \text{Equação (10)}$$

2.11 Obtenção do extrato bruto

O extrato concentrado que apresentou o maior rendimento e maior teor de taninos totais foi o extrato que utilizou água como solvente – MEH_2O . O mesmo foi levado para secagem em liofilizador para obtenção do extrato bruto seco em pó. Para a realização do

processo de secagem em liofilizador foi utilizado o secador da marca Christ®, modelo Alpha 1-4 LD plus sob temperatura de $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão de 0,011 mbar, por 48 h. Após o processo, o material obtido foi macerado, para posteriores caracterizações.

2.12 Caracterização do pó liofilizado de mastruz

O produto obtido após a secagem em liofilizador assumiu aspecto de pó, sendo submetido às análises quanto aos parâmetros: teor de água, atividade de água, rendimento, molhabilidade, solubilidade e insolúveis, densidade aparente, real e compactada, porosidade, fator de Haunser e índice de Carr. As caracterizações foram conduzidas conforme já descrito na subseção 2.6, pg. 33.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização físico-química e de taninos totais das folhas de mastruz “*in natura*”

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios e de desvio padrão de acidez, pH, teor de água, atividade de água e taninos totais das folhas de mastruz *in natura*.

No processo de quantificação das amostras pode-se observar que a acidez foi de $1,13\% \pm 0,18$, validando um pH de $8,25 \pm 0,03$, mostrando que a planta em estudo possui um caráter básico. Gomes (2019) estudando as folhas de erva cidreira encontrou valores de 8,97 para pH, valor próximo ao encontrado na amostra dessa pesquisa. Lins et al. (2015) em seu trabalho analisaram 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, valores esses inferiores ao encontrado nesta pesquisa.

Tabela 2: Parâmetros físicos – químicos e de taninos totais da folha de mastruz “*in natura*”.

Parâmetro	Folha de mastruz “ <i>in natura</i> ”
Acidez (%)	$1,13 \pm 0,18$
pH	$8,25 \pm 0,03$
Teor de água (%)	$87,4 \pm 0,14$
Atividade de água	$1,00 \pm 0,00$
Taninos totais (mg/g)	$57,24 \pm 0,22$

Com relação ao teor de água, que é uma importante informação da composição, verificou-se que os teores estão de acordo com a literatura, onde são encontrados valores entre 66% para vegetais em geral e 94,42% para plantas da família Chenopodiaceae (SILVA, 1999), como é o caso do mastruz. Reis et al. (2012) em seu estudo com secagem de folhas de manjeriço encontraram valores de teor de água de 82,7%, e Gomes (2019) encontrou o teor de água de 79,3% para a folha de erva cidreira, mostrando por meio do valor quantificado, que assim como a folha de mastruz ($87,4\% \pm 0,14$) apresentam uma alta quantidade de água.

Barbosa et al. (2010) analisando a umidade, cinzas e minerais para avaliação do estado nutricional do mastruz, encontraram o valor máximo de 86,88% para teor de água, sendo esse valor bem próximo ao encontrado na amostra em estudo.

Silva (2018) encontrou valores de atividade de água próximos ao da amostra em estudo ($1,00 \pm 0,00$), sendo de 0,96 para o alecrim, 0,97 para o manjeriço e 0,98 para a salsa. Quando a atividade de água do produto diminui, inviabiliza, assim, o desenvolvimento de microrganismos, como fungos e bactérias; bem como retarda deteriorações de origem físico-química e enzimáticas, minimizando as mudanças físico-químicas durante a estocagem (EIK, 2008).

Os compostos bioativos são substâncias presentes nas matérias-primas responsáveis por fortalecer a planta como medicinal. Para a quantificação de taninos, as folhas de mastruz “*in natura*” apresentaram uma elevada quantidade desse bioativo (57,24 mg/g). Reis et al. (2017) encontraram valores de taninos totais em folhas de *Sterculita striata* (Chichã) variando entre 5,26 a 23,15 mg/100g, enquanto Gomes (2019) encontrou o teor de 1,42 mg/100g para a folha de erva cidreira. Valores esses bem mais baixos que o encontrado para a folha de mastruz, neste caso a adstringência das folhas de chichã e erva cidreira são mais baixas que a do mastruz.

Nozella (2006) em seu trabalho encontrou baixos teores de taninos para malva branca, sendo de 7,9 mg/g em Pernambuco e 0,7 mg/g na Bahia. Segundo esse autor, as concentrações de taninos totais variam nas estações secas e chuvosas, tendo encontrado para malva branca 7,9 mg/g na estação chuvosa e 12,5 mg/g na estação seca. Os diferentes teores de taninos observados nas mesmas plantas em diferentes locais podem estar refletindo principalmente as diferentes condições de solo e clima entre as regiões (NOZELLA, 2006).

3.2 Caracterização físico-química e de taninos totais das folhas secas de mastruz

A tabela 2.1 apresenta os valores médios e de desvio padrão das propriedades físico-químicas e de taninos totais das folhas secas de mastruz.

Tabela 2.1: Parâmetros físico-químicos e de taninos totais da folha seca de mastruz.

Parâmetro	Folha seca de mastruz
Teor de água (%)	6,08 ± 0,167
Atividade de água	0,47 ± 0,005
Acidez (%)	4,39 ± 0,500
pH	7,32 ± 0,010
Molhabilidade (mg/s)	2,77 ± 0,096
Solubilidade (%)	36,0 ± 0,002
Insolúveis (%)	64,0 ± 0,002
Densidade aparente (g/mL)	0,354 ± 0,014
Densidade compactada (g/mL)	0,434 ± 0,023
Densidade real (g/mL)	0,555 ± 0,077
Porosidade	0,286 ± 0,008
Índice de Carr (%)	19,09 ± 0,044
Fator de Hausner	1,19 ± 0,042
Cor a*	1,93 ± 0,4163
b*	19,53 ± 1,0016
C*	19,67 ± 0,9504
L*	27,6 ± 0,6557
H*	84,33 ± 1,4224
Taninos totais (mg/g)	84,189 ± 0,230

A Vigilância Sanitária (2015) determina que nos produtos vegetais secos ou desidratados o teor de água deve ser no máximo até 12% (ANVISA, 2015). Desta forma, os resultados referentes ao teor de água da folha de mastruz desidratada (6,08% ± 0,167) encontram-se dentro da faixa de valores estabelecidos pela Legislação Brasileira.

Quanto à atividade de água, os resultados são considerados adequados (0,47 ± 0,005). É possível observar que nas folhas secas, o processo de secagem promoveu uma alta diminuição da taxa de umidade, logo a secagem atuou aumentando a sua qualidade e

estabilidade química e diminuindo os riscos de deterioração microbiológica. O conhecimento dos valores de atividade de água em função do teor de água de materiais desidratados é de extrema importância para se determinar o tempo de estocagem e evitar o crescimento microbiano (SILVA, 2018).

A secagem ou desidratação é um dos procedimentos mais importantes para a diminuição da atividade de água (OLIVEIRA; SOARES, 2012). Essa tecnologia utiliza o ar quente para a transferência de calor para o produto e a consequente vaporização da água contida neste, ocorrendo a desidratação (CELESTINO, 2010) e possibilitando o aumento de seu tempo de vida útil, combatendo a perecibilidade e evitando seu desperdício.

As folhas secas de mastruz apresentaram uma média de pH de $7,32 \pm 0,010$, valor semelhante ao encontrado nas folhas *in natura* ($8,25 \pm 0,03$), estando ambos classificados como de caráter básico. Souza e seus colaboradores (2017), que estudaram a utilização dos extratos das espécies *Plectranthus barbatus*, *Lippia alba* e *Pimpinella anisum*, obtiveram os valores de pH de 5,9, 6,34 e 6,48 respectivamente.

A acidez titulável das folhas secas de mastruz foi de $4,39\% \pm 0,500$. Câmara et al. (2019) estudando as folhas da *Moringa oleifera* Lam encontraram valores de $0,571\%$ para as folhas *in natura* e $1,956\%$ para as folhas secas, é possível perceber um valor superior ao encontrado pelos referidos autores.

A molhabilidade das folhas secas do mastruz ($2,77 \text{ mg/s} \pm 0,096$) foi determinada pelo tempo de molhamento, que é o tempo necessário para que uma amostra de pó fique completamente submersa após ser colocada sobre a superfície de um líquido, o qual foi de 6 min. Gomes (2019) encontrou valores menores para molhabilidade do pó de folhas secas de erva cidreira ($1,25 \text{ mg/s}$), enquanto que Tonon (2009) encontrou tempo de molhamento do pó de suco de açaí com maltodextrina 10DE e 20DE iguais a 8,61 e 6,23 min, respectivamente. Vissotto et al. (2006) afirmam que o espaço intersticial apresentado por partículas grandes e de forma irregular favorece a molhabilidade, enquanto que partículas pequenas acarretam uma redução dos interstícios, prejudicando a penetração de água e aumentando o tempo de molhamento, como foi o caso da amostra em estudo.

Observa-se que o produto é pouco solúvel com uma solubilidade em torno de $36\% \pm 0,002$, com alto teor de insolúveis ($64\% \pm 0,002$). Santos et al. (2014) também encontraram solubilidade baixa para os produtos estudados (capim limão 39%, chá verde 38% e hibisco 47%).

A densidade aparente encontrada ($0,35 \text{ g/mL} \pm 0,014$) revela que os resíduos tendem a não se compactarem completamente, gerando os espaços vazios entre as partículas do

produto. Valores superiores foram encontrados por Sacramento, Salvi Júnior e Foglio (2013) com folhas de aroeira (0,5 g/mL), enquanto que Freitas e Ferreira (2014) encontraram uma densidade específica para folhas de eucalipto de 0,02 g/mL e Lima (2013) para folhas de manjerição de 0,018 g/mL valores inferiores ao presente estudo.

O índice de Carr (IC), assim como o fator de Hausner (FH) são parâmetros que permitem avaliar as características de compressibilidade e de fluidez dos pós. Hausner relacionou a densidade bruta e a densidade compactada com a fricção entre partículas e com isso, podem-se estimar as propriedades dos pós. As folhas secas de mastruz apresentaram um valor de $1,19 \pm 0,042$ para o Fator de Hausner e um valor de $19,09\% \pm 0,044$ para o índice de Carr, considerados de boa fluidez.

A densidade real ou relativa considera apenas o volume do conjunto de partículas que compõem a amostra, sem considerar o espaço vazio existente entre elas, portanto, o valor encontrado na amostra foi de $0,555 \text{ g/mL} \pm 0,077$. Outra característica muito importante de um pó é a sua porosidade, ou seja, a fracção do volume do pó que não é ocupado por partículas. O pó das folhas secas do mastruz apresentou uma porosidade de $0,286 \pm 0,008$, considerado como pó solto. Para os pós soltos, a porosidade é uma característica muito mais importante do que para os pós coesivos, já que nestes é fácil de compreender que a porosidade varia grandemente com as pressões a que o pó está sujeito (COELHO, 2021).

Os resultados de colorimetria mostram valores de a^* ($1,93 \pm 0,416$) positivos e b^* ($19,53 \pm 1,001$) positivos confirmando que a cor da amostra se encontra na região demarcada pelo verde e amarelo, segundo a escala de cor definida pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE). A amostra apresenta baixa luminosidade L ($27,6 \pm 0,655$), um valor c^* de $19,67 \pm 0,950$ e ângulo Hue (H) de $84,33 \pm 1,422$, revelando que a amostra possui coloração verde.

Na tabela 2.1 também são apresentados os valores de taninos totais do pó de folhas secas de mastruz. Percebe-se que as folhas secas da planta apresentam uma quantidade considerável de taninos, podendo perceber que a secagem concentra bem esses bioativos presentes nas folhas. O teor de taninos no pó das folhas secas ($84,18 \text{ mg/g} \pm 0,23$) foi maior do que o teor encontrado nas folhas *in natura* ($57,24 \text{ mg/g} \pm 0,22$). Dias (2011) encontrou valores entre 10,18 e 20,56 mg/g de taninos totais a diferentes temperaturas para as folhas secas de hortelã, e 27,33 mg/g para a folha *in natura*, valores esses menores do que o encontrado no presente estudo. Isso reporta que a secagem se mostrou eficaz na obtenção do pó em relação à concentração de taninos.

Plantas ricas em taninos são empregadas na medicina tradicional no tratamento de diversas moléstias como, por exemplo, o tratamento de feridas, já que possuem um poder antisséptico, devido a sua capacidade de precipitar proteínas das células superficiais das mucosas e dos tecidos, formando uma camada protetora, impedindo o desenvolvimento de microrganismos (DIAS, 2011).

3.3 Extração com solventes orgânicos

A extração com o uso de solventes orgânicos utilizando diferentes técnicas foi realizada com o intuito de comparar os rendimentos e teores de taninos.

Os solventes foram escolhidos nesse estudo como solventes de extração devido aos diferentes índices de polaridade, como mostra a tabela 2.2. Os índices de polaridade dos solventes são apresentados em relação ao da água. Desta maneira, quanto menores os índices em relação à água, maior será o grau apolar da substância. O extrato aquoso foi escolhido pelo fato de que na cultura popular normalmente se faz uso de chás à base de água no tratamento de enfermidades e os demais solventes orgânicos uma vez que a utilização desses é bem reportada como eficiente na extração de compostos fenólicos.

Tabela 2.2: Propriedades relevantes dos solventes utilizados nas extrações.

Solventes	Índice de Polaridade (unidades)	Densidade a 25°C (g/mL)
Água	9,0	0,997
Acetona	5,4	0,791
Clorofórmio		1,484
Etanol	5,2	0,794
Hexano	0,1	0,66
Metanol	6,6	0,791

A tabela 2.3 apresenta os dados de rendimento global de cada extração para avaliar a influência do solvente no processo. Levando em consideração os resultados, pode ser visto que o método extrativo influencia diretamente nos rendimentos dos extratos e que, além do método utilizado, o solvente também influencia no conteúdo final da extração. O rendimento de extração utilizando a água como solvente foi bastante representativo, com maior valor de rendimento para a técnica de maceração estática (MEH₂O - 37,3%) e para a infusão (IH₂O - 28,0%).

Os valores superiores de rendimento global na extração em água também podem estar associados ao tempo de extração prolongado na técnica de maceração estática, uma vez que aumenta o tempo de contínuo contato solvente/soluto.

Tabela 2.3: Rendimento global de extrato de *C. ambrosioides* obtido por solventes orgânicos.

Extrato	Solvente	Rendimento (%)
MEH₂O	Água	37,3
MEM	Metanol	31,6
MEE	Etanol	29,6
MEH	Hexano	19,0
MEA	Acetona	8,0
MEC	Clorofórmio	4,0
IH₂O	Água	28,0
IM	Metanol	28,0
IE	Etanol	22,0
IH	Hexano	18,0
IA	Acetona	9,6
IC	Clorofórmio	13,2
MDE	Etanol	20,0

Com relação aos solventes orgânicos estudados, a técnica de maceração estática demonstrou a melhor eficiência de extração para a maioria dos solventes utilizados, apresentando rendimento nas extrações variando entre 19,0 e 31,6%, com exceção dos extratos MEA e MEC que apresentaram um baixo rendimento. A maceração é uma técnica que utiliza os solventes orgânicos em função da polaridade. Pela sua natureza, não conduz ao esgotamento da matéria-prima vegetal, seja devido à saturação do líquido extrator ou ao estabelecimento de um equilíbrio difusional entre o meio extrator e o interior da célula (CABRAL; TANIMOTO, 2017).

Oliveira et al. (2016) estudando frondes da espécie vegetal *Dicksonia sellowiana*, observaram que dentre os métodos utilizados de maceração, infusão e decocção, o método que apresentou o maior rendimento para os extratos etanólicos e hidroalcolólicos 70% foi o de decocção, seguido de maceração e infusão.

Costa (2016) avaliando os valores de rendimento obtidos na extração supercrítica com as extrações por Soxhlet, constatou-se que os extratos obtidos por extração supercrítica

apresentaram um rendimento menor que os extratos obtidos por solventes orgânicos, os quais variaram entre 10,4 e 31,8%.

Levando em consideração ambos os solventes orgânicos utilizados nas extrações, observa-se que o solvente metanol possui melhor rendimento em todos os métodos extrativos, sendo de 31,6% no método de maceração dinâmica (MEM) e 28,0% no método de infusão (IM). Coutinho (2013) constatou que para as folhas de cinamomo, o solvente que obteve os melhores resultados de rendimento foi o metanol, com pouca diferença do etanol, com resultados inferiores para o clorofórmio.

O etanol apresentou significativo rendimento nos três métodos extrativos utilizados, sendo de 29,6% no método de maceração estática (MEE), 22,0% no método de infusão (IE) e 20,0% na maceração dinâmica (MDE).

Pinto et al. (2019) produziram extratos alcoólicos de *C. ambrosioides* para usar no controle de arboviroses e observaram que o extrato etanólico obteve um rendimento de 10,09%, o extrato metanólico apresentou um rendimento de 7,86% e o extrato hexânico um rendimento de 2,058%, valores inferiores ao encontrado no presente estudo.

Os resultados deste estudo demonstram que o método extrativo, o solvente utilizado, o tempo e a temperatura influenciam diretamente no rendimento total do extrato, porém é preciso levar em consideração que muitas substâncias são termolábeis e outras podem sofrer modificações estruturais irreversíveis em altas temperaturas (YAMINI et al., 2008; TIWARI et al., 2011).

Pela análise da tabela 2.3, observa-se que, os solventes orgânicos que obtiveram os maiores valores sobre o rendimento do extrato foram o metanol (MEM - 31,6%), seguido do etanol (MEE - 29,6%) e hexano (MEH - 19,0%), todos pela técnica de maceração estática. Costa (2016) encontrou valores semelhantes de rendimento, sendo de 31,8% para o etanol e 10,4% para o hexano. Em seu estudo a polaridade dos solventes foi o parâmetro que atribuiu maior efeito sobre o rendimento. Os diferentes valores de rendimento global indicam que a polaridade do solvente utilizado influencia e aumenta o valor do rendimento global (COSTA, 2016). No presente estudo, a polaridade dos solventes acetona e clorofórmio não aumentaram o valor de rendimento global dos extratos.

Pode-se observar que nas condições operacionais utilizadas de extração, os extratos utilizando acetona e clorofórmio apresentaram os menores percentuais em rendimento global (MEA - 8,0; MEC- 4,0), com maiores índices para a técnica de infusão (IA - 9,6; IC - 13,2%).

As colorações dos extratos foram distintas de acordo com o solvente usado na extração. Notou-se que os extratos de metanol e etanol apresentaram coloração verde mais intensa quando comparado aos solventes hexano, acetona e clorofórmio. As diferentes colorações podem ter sido ocasionadas pela presença de clorofila nos extratos (COSTA, 2016).

3.4 Concentração de taninos totais nos extratos

O extrato utilizando água como solvente apresentou a maior concentração de taninos totais em relação aos demais extratos, tanto pelo método de maceração estática ($2,11 \text{ mg/g} \pm 0,007$) quanto pelo método de infusão ($2,23 \text{ mg/g} \pm 0,008$). A água como solvente de extração para a planta *C. ambrosioides* mostrou ser mais efetiva para a extração de taninos o que pode justificar o seu uso popular na forma de chás. O teor de sólidos também foi maior para o extrato em água (MEH₂O - $18,3 \pm 0,005$).

Quanto aos teores de taninos totais para os solventes orgânicos em estudo (Tabela 2.4) a extração em metanol apresentou os maiores valores (MEM – $1,611 \text{ mg/g} \pm 0,005$; IM – $1,970 \text{ mg/g} \pm 0,009$). Observa-se que a técnica de infusão (IM) apresentou ainda maiores teores quando comparada com a maceração estática (MEM). Santos et al. (2016) estudando o efeito de diferentes métodos de extração sobre a atividade antioxidante e o perfil de compostos fenólicos da folha de mandioca, observaram que a extração usando o solvente metanol/água (50:50, v/v) foi a mais eficaz para a obtenção dos compostos fenólicos da farinha de folhas de mandioca, apresentando também a maior atividade antioxidante.

Tabela 2.4: Parâmetros dos extratos com diferentes técnicas e solventes orgânicos.

Extratos	Densidade relativa	Teor de sólidos (g/L)	Teor de taninos (mg/g)
MEH ₂ O	$0,976 \pm 0,02$	$18,3 \pm 0,005$	$2,111 \pm 0,007$
MEM	$0,792 \pm 0,02$	$15,8 \pm 0,012$	$1,611 \pm 0,005$
MEE	$0,796 \pm 0,02$	$14,8 \pm 0,002$	$1,540 \pm 0,002$
MEH	$0,741 \pm 0,02$	$9,5 \pm 0,022$	$1,485 \pm 0,019$
MEA	$0,775 \pm 0,02$	$4,0 \pm 0,019$	$1,199 \pm 0,003$
MEC	$1,466 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,022$	$0,865 \pm 0,022$
IH ₂ O	$0,986 \pm 0,02$	$14,0 \pm 0,005$	$2,238 \pm 0,008$

IM	0,792 ± 0,02	14,0 ± 0,002	1,970 ± 0,009
IE	0,789 ± 0,02	13,9 ± 0,002	1,584 ± 0,020
IH	0,649 ± 0,02	9,0 ± 0,025	1,211 ± 0,022
IA	0,792 ± 0,02	4,8 ± 0,0023	1,386 ± 0,005
IC	1,342 ± 0,02	6,6 ± 0,012	0,700 ± 0,032
MDE	0,819 ± 0,02	10,0 ± 0,002	1,708 ± 0,008

Portanto, isso indica que o uso de misturas de solventes pode ser eficiente, como água/metanol no processo de extração, tanto para otimizar como para diminuir os custos e dificuldades em obter solventes orgânicos, como o metanol. Vários autores têm recomendado o uso de misturas de solventes no processo de extração de taninos (SIMÕES et al., 2010).

Nos resultados obtidos na extração de taninos em cinamomo, a solução com metanol foi a que obteve as melhores porcentagens de rendimento e de presença de tanino no extrato (COUTINHO, 2013). No estudo de Castro (2008) sobre a composição fenólica do fruto de Baobá, o extrato em metanol apresentou uma concentração de fenóis mais elevada do que o extrato em acetona/água.

A tabela 2.4 mostra que o solvente etanol também apresentou ótimos resultados, semelhantes ao metanol. Na técnica de maceração estática (1,540 mg/g ± 0,002) e infusão (1,584 mg/g ± 0,020) os valores para taninos foram semelhantes, sendo um pouco maior na maceração dinâmica (1,708 mg/g ± 0,008). Percebe-se, portanto, que os resultados com etanol foram semelhantes aos apresentados pelo metanol, desta forma, o mesmo pode ser utilizado em substituição ao metanol, sendo este um produto de caráter tóxico, enquanto que o álcool etílico é um solvente de fácil comercialização.

Os solventes hexano, acetona e clorofórmio obtiveram uma menor representatividade no valor de taninos totais, assim como um baixo teor de sólidos, com destaque para os extratos em clorofórmio, que apresentaram 0,865 mg/g ± 0,022 e 0,700 mg/g ± 0,032 de taninos totais e 2,0 g/L ± 0,022 e 6,6 g/L ± 0,012 em teor de sólidos para as técnicas de maceração estática e infusão, respectivamente. Costa (2016) observou que dos três solventes orgânicos utilizados na extração com solventes orgânicos em folhas de *Vernonia amygdalina* Delile, o extrato em etanol apresentou maior valor de compostos fenólicos, seguido do diclorometano e hexano.

3.5 Caracterização do extrato liofilizado de mastruz

Os resultados das caracterizações do extrato seco em pó liofilizado obtido por secagem em liofilizador estão dispostos na tabela 2.5.

O teor de água e atividade de água do extrato seco mostram que o produto é propício à armazenagem, devido ao baixo teor de ambos. O rendimento do extrato seco foi bastante satisfatório ($88\% \pm 0,02$). Couto (2011) encontrou rendimentos de secagem que variaram de 17,1 a 74,96% e atividade de água abaixo de 0,5% para o extrato seco de *Rosamarinus officinalis* L. por spray drying.

Tabela 2.5: Parâmetros físico-químicos do extrato seco liofilizado de mastruz (IH₂O).

Parâmetro	Extrato seco do mastruz
Teor de água (%)	8,1 ± 0,19
Atividade de água	0,5 ± 0,01
Rendimento (%)	88,0 ± 0,02
Molhabilidade (mg/s)	7,14 ± 0,02
Solubilidade (%)	30,0 ± 0,009
Insolúveis (%)	70,0 ± 0,009
Densidade aparente (g/mL)	0,267 ± 0,007
Densidade compactada (g/mL)	0,320 ± 0,015
Densidade real (g/mL)	0,660 ± 0,02
Porosidade	0,589 ± 0,02
Índice de Carr - IC (%)	19,85 ± 0,25
Fator de Hausner (FH)	1,20 ± 0,14

A solubilidade do pó liofilizado foi considerada baixa ($30\% \pm 0,009$) com alto valor de insolúveis ($70\% \pm 0,009$). Valores inferiores também foram reportados para o cuxá (*Hibiscus sabdariffa* L.) em pó obtido na secagem em camada de espuma nas temperaturas de 60 a 80 °C, obtendo solubilidade entre 30,4 e 50,5% (CAVALCANTE NETO, 2017). Santos et al. (2018) obtiveram valores de solubilidade entre 52,98 e 78,89% com o aumento da porcentagem de aditivos para o pó do extrato do hibisco liofilizado.

A amostra em pó apresentou uma porosidade de $0,589 \pm 0,02$. Para muitos pós finos é concebível que a agregação se processe através de várias etapas deste gênero, originando pós com porosidades que chegam a alcançar os 90%. As partículas se não movem

individualmente, mas em grupos, os quais em grande parte mascaram as suas características, tornando-se outrossim dependentes do estado de compactação do pó (COELHO, 2021).

A densidade aparente encontrada foi de $0,267 \text{ g/mL} \pm 0,007$. Pós contendo uma fração elevada de partículas finas apresentam uma menor densidade, por serem mais coesivos, de maior área superficial e com maior interação entre as partículas e, portanto, com tendência à formação de aglomerados.

A densidade de compactação ($0,320 \text{ g/mL} \pm 0,015$) é útil para a avaliação do fluxo, verificação da tendência ao atrito e aglomeração dos pós. Em função do número de batidas, o volume do pó é reduzido, sendo esse efeito maior para materiais mais coesivos, nos quais a interação inicial ou arranjo entre as partículas muda pelo efeito das batidas, produzindo uma mudança significativa no volume.

O índice de Carr (IC) ou índice de compressibilidade do pó do extrato do mastruz liofilizado apresentou média de $19,85\% \pm 0,25$. O IC mede a capacidade de fluidez de pós. Valores de IC entre 15-20% têm boa fluidez, entre 20-35% pobre fluidez, entre 35-45% fluidez ruim e $IC > 45$ fluidez muito ruim (SANTHALAKSHMY et al., 2015). Logo, verifica-se que o pó em estudo apresentou boa fluidez (Figura 3.2). Santos et al. (2018) ao secarem folhas de hibisco em liofilizador, encontraram pós que apresentaram médias entre 16,67 a 20,00% de IC.



Figura 3.2: Extrato seco de mastruz.

Fonte: Arquivo pessoal (2021).

A média para o fator de Hausner (FH) foi de $1,20 \pm 0,14$, este parâmetro avalia a coesividade de produtos em pó. Conforme Santhalakshmy et al. (2015) pós que apresentam fator de Hausner inferiores a 1,2 são classificados como de baixa coesividade, FH entre 1,2 a 1,4 são de coesividade intermediária e $FH > 1,4$ são considerados de alta coesividade. Logo o pó em estudo apresentou uma coesividade intermediária. Santos et al. (2018) relataram FH que variaram de 1,20 a 1,25 em pó de hibisco obtido por liofilização, sendo semelhantes aos valores deste estudo.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que as folhas do mastruz *in natura* e as folhas secas apresentaram resultados significativos para os parâmetros analisados, em especial para a quantificação de taninos presentes, mostrando que a planta é considerada uma planta medicinal.

Para as extrações, a técnica de maceração estática apresentou um maior efeito sobre o rendimento, e a técnica de infusão foi mais eficiente em concentrar taninos totais. Os mais elevados rendimentos, teores de taninos totais e teores de sólidos foram encontrados nos extratos utilizando como solventes água, metanol e etanol.

O solvente etanol comercial apresentou bons resultados, semelhantes ao metanol, no entanto, com algumas vantagens. O álcool etílico, sendo menos tóxico ao ambiente e tendo um valor comercial inferior, pode ser utilizado para novas extrações.

O rendimento encontrado utilizando acetona e clorofórmio ficou bem abaixo dos melhores resultados obtidos, com destaque para os extratos em clorofórmio, que obtiveram um baixo rendimento comparados com os demais solventes. Esse rendimento condiz com os resultados obtidos após a quantificação de taninos. Desta forma o solvente clorofórmio não é um solvente ideal para a extração de taninos totais.

Observou-se que o pó do extrato de mastruz liofilizado apresenta um ótimo rendimento, boa fluidez e coesividade intermediária. Logo, verifica-se que o pó em estudo apresentou boas propriedades físico-químicas, sendo as mesmas importantes para a indústria farmacêutica no processamento de uma nova matéria-prima.

REFERÊNCIAS

ALMANÇA, C. C. J.; POZZATTI, P. N.; CASAGRANDE, F. P.; SILVA FILHO, J. P.; BISSI, B.; BARBOSA, B. C.; PORFÍRIO, L. C. Eficácia *in vitro* de extratos de *Chenopodium*

ambrosioides sobre teleóginas de *Rhipicephalus (boophilus) microplus*. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 1, p. 43-49, 2013.

ALMEIDA, T.A.; MOREIRA, M.N.R.; TORRES, S.A.M.; VIANA, E.S.M.; GUSMAN, G.S. Atividades biológicas e composição química do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L. (Erva de santa maria). **Revista Científica Univiçosa**, v.10, n. 1, 2018.

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.

ANVISA. BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Consulta Pública nº 80. Diário Oficial da União - Brasília, DF, Brasil, 2015.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 18th ed, 3th review, Washington, USA: AOAC, 2010. 1094 p.

AULTON, M. E. **Delineamento de Formas Farmacêuticas**. 2ª ed., Porto Alegre: Artmed, 2005.

BLANCKAERT, I., PAREDES-FLORES, M., ESPINOSA-GARCÍA, F.J., PIÑERO, D., LIRA, R. Ethnobotanical, morphological, phytochemical and molecular evidence for the incipient domestication of Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.: Chenopodiaceae) in a semi-arid region of Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.59, p.557-573, 2012.

CABRAL, N.A.; TANIMOTO, S.T. Extração de enzima acetilcolinesterase de plantas. **ANAIS X EPCC UNICESUMAR** – Centro Universitário de Maringá, ISBN 978-85-459-0773-2, 2017.

CALADO, G.P.; LOPES, A.J.O.; COSTA JUNIOR, L.M.; LIMA, F.C.A.; SILVA, L.A.; PEREIRA, W.S.; AMARAL, F.M.M.; GARCIA, J.B.S.; CARTAGENES, M.S.S.; NASCIMENTO, F.R.F. *Chenopodium ambrosioides* L. Reduces Synovial Inflammation and Pain in Experimental Osteoarthritis, **PLOS ONE**, v.2, 2015.

CÂMARA, G.B.; OLIVEIRA, T.K.B.; MACEDO, C.S.; LEITE, D.D.F.; SOARES, T.C.; LIMA, A.R.N.; VASCONCELOS, S.H.; SOARES, T.C.; BARBOSA, M.L.; TRIGUEIRO, L.S.L. Caracterização físico-química, toxicológica e nutricional das folhas da *Moringa oleifera* Lam secas e in natura. **Res., Soc. Dev**, v.8, n. 11, p. 1-17, 2019.

CASTRO, N.M.N. **Estudo e caracterização - química dos compostos extractáveis em metanol da popa do Baobá (*Asonina digitata*)**. Portugal, 2008. Tese (Doutorado em Bioquímica e Química dos Alimentos). Universidade de Aveiro, Portugal.

CAVALCANTE NETO, A. A. **Desidratação de cuxá em leite de espuma: avaliação da cinética de secagem e da qualidade do produto em pó**. São José do Rio Preto, 2017. 116 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

CELESTINO, S.M.C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Embrapa Cerrados. Planaltina. p 10, 2010.

COELHO, M.C. Investigador Principal do INETI. Tecnologia Industrial. **Curso de Especialização Pós-Graduada em Farmacotecnia Avançada**. Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa. 2021. Acesso em: <http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/810/1/Tecnologia%20de%20P%C3%B3s%20%282%29.pdf>.

COSTA, F.M. **Extração de compostos bioativos de folhas de *Vernonia amygdalina* Delile utilizando dióxido de carbono em condições supercríticas**. Uberlândia, 2016. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Uberlândia.

COUTINHO, A. **Extração de tanino em folhas, sementes e frutos verdes de cinamomo (*Melia azedarach* L.) com diferentes tipos de solventes**. Campo Mourão, 2013. 42p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

COUTO, R.O. **Obtenção e Caracterização do Extrato Seco Padronizado da *Rosmarinus Officinalis* L. (LAMIACEAE)**. Goiânia, 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde - Farmácia). Universidade Federal de Goiás.

DACANAL, G. C.; MENEGALLI, F. C. Experimental study and optimization of the agglomeration of acerola powder in a conical fluid bed. **Powder Technology**, v. 188, n. 3, p. 187-194, 2009.

DERRAJIA, S.; MAHASSINB, F.; RHALEMC, N.; OUZZIFD, Z. Hepatotoxicity by *Chenopodium ambrosioides* about 3 comments (collected in the Hospital Military Instruction Mohammed V, Rabat – Morocco). **Toxicologie Analytique et Clinique**, v. 26, n. 3, p. 176-180, 2014.

DIAS, R. A. L.; SOUZA, P.; ALSINA, O. L. Secagem e extração de taninos totais em hortelã (*Mentha x Vilosa Hudson*). **Revista Agrariam**, v.4, n.12, p.123-133, 2011.

EIK, N.M. **Avaliação de pré-tratamentos e aplicações de coberturas comestíveis na secagem de frutas**. Campinas, 2008. 151p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas.

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

GOMES, M.E.M. **Obtenção de Extrato Seco de Erva-Cidreira (*Lippia alba*) Mediante Secagem por Atomização**. Campina Grande, 2019. 70p. Tese. (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande.

GRASSI, L. T.; MALHEIROS, A.; SILVA, C. M.; BUSS, Z. S.; MONGUILHOTT, E. D.; FRÖDE, T. S.; SILVA, K. A. B. S.; SOUZA, M. M. From popular use to pharmacological validation: A study of the anti-inflammatory, anti-nociceptive and healing effects of *Chenopodium ambrosioides* extract. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 145, n.1, p. 127-138, 2013.

HELEN, A. F. B.; DIANA, M. S. F.; REGIANE, R. D.; REGINA, C. S. M.; KELLY G. F. **Determinação de umidade, cinzas e minerais para avaliação do estado nutricional do**

mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.). 33a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2010.

http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2011/anais/arquivos/0475_0972_01.pdf

JARDINI, F.A.; LIMA, A.; MENDONÇA, R.M.Z.; PINTO, R.J.; MANCINI, D.A.P.; MANCINI-FILHO, J. Compostos fenólicos da polpa e sementes de romã (*Punica granatum*, L.): Atividade antioxidante e protetora em células MDCK. **Alim. Nutr.**, v. 21, n. 4, p. 509-517, 2010.

LIMA, R. A. B. **Análise da secagem convectiva de folhas de manjeriço.** São Carlos, 2013. 169 f. Tese (Doutorado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos.

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, p. 17-21, 2015.

NOZELLA, E.F. **Valor nutricional de espécies arbóreo-arbustivas nativas da Caatinga e utilização de tratamento físico-químicos para redução do teor de taninos.** Piracicaba, 2006. 99f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo.

OLIVEIRA, A.P.; ARAUJO, S.; LIMA, E.B.S.; SOUZA, L.K.M.; ALVARENGA, E.M.; MEDEIROS, J.V.R. Prospecção científica e tecnológica de *Chenopodium ambrosioides*, com ênfase nas atividades farmacológicas. **Cad. Prospec., Salvador**, v. 8, n. 4, p. 828-838, 2015.

OLIVEIRA, D. C. R.; SOARES, E. K. B. Elaboração e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de produtos desidratados obtidos a partir de matérias-primas amplamente consumidas na Amazônia. Scientia Plena. **Aracajú**, v.8 n.5, 2012.

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. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, v.18, n.1, p.230-239, 2016.

PEREIRA, N.L.F.; AQUINO, P.E.A.; SILVA, M.R.; NASCIMENTO, E.M.; GRANGEIRO, A.R.S.; OLIVEIRA, C.D.M.; TINTINO, S.R.; FIGUEIREDO, F.G.; VERAS, H.N.H.; MENEZES, I.R.A. Efeito antibacteriano e anti-inflamatório tópico do extrato metanólico de *Chenopodium ambrosioides* L., **Revista Fitos**, v.9, n.2, p.73-159, 2015.

PINTO, L.A.P.; DA CRUZ, I.L.S.; DIAS, T.D.; FARIA, A.P.C.; GONÇALVES, S.J.C.; MALECK, M. Extratos de Erva-de-Santa-Maria na saúde pública: controle do vetor de arboviroses. **Revista Pró-Univer SUS**, v.10, n.1, p.102-105, 2019.

REIS, M.I.G.; SILVA, S.S.F.; SOUSA, P.F.P.; SANTANA, J.S.; OSAJIMA, J.A.; FURTINI, M.B.; SOUZA, J.S.N. Quantificação de taninos totais das cascas do fruto e folhas de *Sterculia striata* (chichá) coletadas no município de Bom Jesus-PI. **57 Congresso Brasileiro de Química, Gramado, RS, 2017.**

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

SÁ, R.D.; SOARES, L.A.L.; RANDAU, K.P. Óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides*L.: estado da arte. **Rev Ciênc Farm Básica Apl.**, v.36, n.2, 267-276, 2015.

SACRAMENTO, L. V. S; SALVI-JUNIOR, A.; FOGLIO, M. A. Comparação granulométrica, densidade e do teor de extrativos de droga vegetal originada de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi. **XXII. Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil**. 2013.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v.274, n. 1, p. 37-43, 2015.

SANTOS, F.S.; ARAÚJO, A.C.; ARAÚJO, K.T.A.; COSTA, M.S.; GOMES, J.P. Estudo das propriedades físicas do extrato da flor de hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) liofilizado em diferentes formulações. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia - CONTECC'**, 2018.

SANTOS, M.A.I.; SIMÃO, A.A.; MARQUES, T.R.; SACKZ, A.A; CORRÊA, A.D. Efeito de diferentes métodos de extração sobre a atividade antioxidante e o perfil de compostos fenólicos da folha de mandioca. **Braz. J. Food Technol.**, v. 19, 2016.

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.

SAVI, A. **Otimização do processo de extração de compostos bioativos de folhas de jambo (*Syzygium malaccens*)**. Pato Branco, 2015. 48p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1 ed. Brasília, 1999. 370p.

SILVA, J. A. S. L. **Desidratação de ervas condimentares: análise do processo de secagem**. Vitória de Santo Antão, 2018. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição). Universidade Federal de Pernambuco.

SIMÕES, C. M. O.; SCHEKEL, E.P.; GOSMAN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L.A. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5a edição, Porto Alegre/ Florianópolis, Ed. da UFRGS/ Ed. da UFSC, 2000.

SOUZA, K.A.P.; CÂMARA, M.B.; SANTOS, M.S.; VASCONCELOS, A.F.F. Extração e identificação dos componentes químicos do óleo essencial das folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides L.*) POR CG/EM. **Anais...** 2014.
<http://www.abq.org.br/cbq/2014/trabalhos/7/5175-17230.html>

SOUZA, R.M.F.; LIRA, C.S.; RODRIGUES, A.O.; MORAIS, S.A.L.; QUEIROZ, C.R.A.A.; CHANG, R.; AQUINO, F.J.T.; MUÑOZ, R.A.A.; OLIVEIRA, A. Atividade antioxidante de

extratos de folhas de ora-pronóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) usando métodos espectrofotométricos e voltamétricos in vitro. **Biosci. J.**, v. 30, p. 448-457, 2014.

SOUZA, C. A. S.; ALMEIDA, L. N.; CRUZ, E. S.; SILVA, C. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, J. A. C.; AMARAL, F. S.; SERAFINI, M. R. Controle de qualidade físico-químico e caracterização fitoquímica das principais plantas medicinais comercializadas na feira-livre de Lagarto-SE. **Revista Cientia Plena**, v. 13, n. 9, p. 1-8. 2017.

TIWARI, P. et al. Phytochemical screening and Extraction: A Review. *Internationale. Pharmaceutica Scientia*, v.1, n.1, p.98-106, 2011.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; BRABET, C.; GIBERT, O.; PALLET, D.; HUBINGER, M. D. Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. **Journal of Food Engineering**, v. 94, p. 215-221, 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; PALLET, D.; BRAT, P.; HUBINGER, M. D. Physicochemical and morphological characterisation of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced with different carrier agents. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 10, p. 1950-1958, 2009.

VANDRESEN, F.; SCHMITT, E.; KATO, L.; OLIVEIRA, C.M.A.; AMADO, C.A.B.; Silva, C.C. Constituintes químicos e avaliação das atividades antibacteriana e antiedematogênica de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. e *Aloysia virgata* (Ruiz & Pav.) Pers., Verbenaceae. **Rev. Bras. Farmacogn. Braz. J. Pharmacogn**, v.20, n.3, 2010.

VEBER, J.; PETRINI, L.A.; ANDRADE, L.B.; SIVIERO, J. Determinação dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante de extratos aquosos e etanólicos de Jambolão (*Syzygium cumini* L.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, v.17, n.2, p.267-273, 2015.

VIEIRA, D.F.; AZEVEDO, M.M.; MARINS, A.K.; PINHEIRO, P.F.; QUEIROZ, V.T.; COSTA, A.V. Composição química do óleo essencial de *Chenopodium ambrosioides* L. **XV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e XI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação** – Universidade do Vale do Paraíba, 2011.
https://www.univap.br/dialogo_informativo/2011/sem07_13nov/inic.html

VISSOTTO, F. Z.; MONTENEGRO, F. N.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p. 666–671, 2006.

YAMAGUCHI, K.K.L.; MENDES, V.C. Caracterização fitoquímica e atividade antioxidante de *Bellucia dichotoma* Cogn. **Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza**, v.4, 2020.

YAMINI, Y. et al. Comparison of essential oil compositions of *Salvia mirzayanii* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. **Food Chemistry**, v.108, n.1, p.341–346, 2008.

WATERHOUSE, A. Folin-ciocalteu micromrthod for total phenol in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, p. 3-5, 2006.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho estudou as folhas de mastruz (*Chenopodium ambrosioides* L.) *in natura*, secas, os extratos com diferentes técnicas e solventes, com o intuito de conhecer os rendimentos e concentrar os taninos totais presentes através de técnicas de extração e secagem.

Para isto foram traçados objetivos, onde foram divididos em capítulos e cada capítulo abordando características da planta estudada, chegando à obtenção e caracterização do produto final que foi o pó bruto do mastruz.

Diante dos parâmetros analisados, pode-se aprofundar a pesquisa relacionada a esta planta que é tão utilizada pela população, estando presente na relação de plantas aceitas pelo Sistema Único de Saúde (SUS).

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.