



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM**  
**DEPARTAMENTO DE FARMÁCIA**  
**CURSO DE FARMÁCIA**

**LUIZ HENRIQUE DE AMORIM PEREIRA**

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DAS RAÍZES DA BATATA  
DE PURGA (*Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.)**

**FORTALEZA**

**2022**

LUIZ HENRIQUE DE AMORIM PEREIRA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DAS RAÍZES DA BATATA DE  
PURGA (*Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção parcial do grau de Bacharel em Farmácia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.

Coorientador: Prof<sup>o</sup>. Dr. Said Gonçalves da Cruz Fonseca.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- P492c Pereira, Luiz Henrique de Amorim.  
Contribuição ao estudo farmacognóstico das raízes da batata de purga (*Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.) / Luiz Henrique de Amorim Pereira. – 2022.  
76 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Curso de Farmácia, Fortaleza, 2022.  
Orientação: Profª. Dra. Mary Anne Medeiros Bandeira.  
Coorientação: Prof. Dr. Said Gonçalves da Cruz Fonseca.
1. *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. . 2. Batata de Purga. 3. Farmacognosia. 4. Controle de Qualidade. 5. Fitoquímica. I. Título.

CDD 615

---

LUIZ HENRIQUE DE AMORIM PEREIRA

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO FARMACOGNÓSTICO DAS RAÍZES DA BATATA DE  
PURGA (*Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Farmácia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção parcial do grau de Bacharel em Farmácia.

Aprovado em 02 / 12 /2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Mary Anne Medeiros Bandeira (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Regina Cláudia de Matos Dourado

Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

---

Dr.<sup>a</sup>. Patrícia Georgina Garcia do Nascimento

Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha mãe, por todo amor, suporte e incentivo ao longo de toda minha trajetória.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por estar sempre comigo ao longo dessa jornada, concedendo-me força, perseverança e discernimento.

À minha querida mãe, **Conceição Amorim**, por todo amor incondicional, cuidado, apoio e dedicação ao longo de todos esses anos, não apenas de graduação, mas sim, de vida. Agradeço por todo esforço e sacrifício para a realização dos meus sonhos.

À minha irmã, **Cecília Amorim**, por estar sempre ao meu lado e ser meu porto seguro. Agradeço por todos os momentos juntos, por todo apoio, companheirismo, incentivo e pelo compartilhamento de diversos sonhos.

À minha tia e madrinha, **Luci Amorim**, por ser uma das minhas maiores incentivadoras, sempre disposta a ajudar. Agradeço por todo apoio, financeiro e não financeiro.

Aos **demais membros da minha família**, por todo apoio para a concretização desse sonho, seja com palavras, orações ou pensamentos.

À minha orientadora, **Prof.<sup>a</sup> Dra. Mary Anne Bandeira**, por acreditar em mim e no meu trabalho, por todo acolhimento e incentivo durante esses três anos e meio juntos. Agradeço pela confiança e por todos os momentos, todas as conversas e ensinamentos, não apenas acadêmicos, mas sobre a vida.

Ao meu coorientador, **Prof.<sup>o</sup> Dr. Said Fonseca**, exemplo de docente, por me acolher tão bem em seu laboratório e por todos os ensinamentos repassados. Agradeço por toda contribuição durante a graduação, por todas as sugestões na execução deste trabalho e pela disponibilidade de sempre.

À **Patrícia Garcia**, por toda paciência em repassar seus conhecimentos, por toda ajuda, incentivo, conversas, risadas e suporte ao longo desses anos juntos no laboratório.

Aos **colegas do Laboratório de Produtos Naturais (LPN)**, por todas as conversas e trocas de experiências e conhecimento.

Aos **funcionários do Horto de Plantas Medicinais Prof.<sup>o</sup> Francisco José de Abreu Matos** por todo acolhimento, respeito e amizade, mas, principalmente, pelas conversas, risadas e pelo café da tarde.

Aos **colegas do Laboratório de Farmacotécnica**, especialmente, ao **Jefferson Nascimento**, por toda ajuda na condução das etapas do estudo.

Aos meus queridos amigos da graduação (**Alberto Macedo, Ana Caroline Moreno, Arthur Neto, Bruna Duque, Clara Lira, Letícia Gois, Natasha Pinheiro e Maria de Jesus**) por todos os momentos ao longo desses cinco anos e por acreditarem em mim mais do que eu mesmo. Agradeço imensamente pela amizade, pelos momentos de descontração, pelos almoços no RU, pelo apoio, pelos trabalhos, pela escuta, pelo cuidado e, por muitas vezes, serem a minha família. Levarei vocês pra sempre em meu coração.

Aos amigos da época do colégio (**Érik Dênio, Victória Machado e Virgínia Xavier**) e aos amigos de infância (**Ádila Roberta, Beatriz Edna, João Marcos e Michelle Maria**) por estarem sempre presentes, apesar da distância física. Agradeço por todo apoio e torcida que sempre me deram e por toda paciência durante as minhas inúmeras ausências devido à graduação. A amizade de vocês me fortaleceu durante todos esses anos.

Aos **professores** que tive ao longo da vida, especialmente, do Curso de Farmácia da UFC, por contribuírem com minha formação acadêmica e profissional, mas também pessoal. Agradeço àqueles que fazem da docência uma vocação e deixam suas marcas positivas em cada aluno.

À **Universidade Federal do Ceará (UFC)**, instituição que escolhi para minha formação. Agradeço por todo acolhimento, por todo apoio aos alunos e por ser um lugar de crescimento e aprendizado.

À **banca examinadora**, pelas sugestões e contribuições ao trabalho.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pelo apoio financeiro ao longo de toda graduação.

A **todas as pessoas** que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho e para a concretização deste sonho...

**MUITO OBRIGADO!**

“O correr da vida embrulha tudo. A vida é assim: esquenta e esfria. Aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”

(João Guimarães Rosa)

## RESUMO

A espécie vegetal *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. é uma planta medicinal pertencente à família Convolvulaceae muito comum no Nordeste brasileiro, sendo popularmente conhecida como “batata-de-purga”, “jalapa” ou “jalapa do Brasil”. As raízes tuberosas, grandes, amiláceas e resiníferas são a parte da planta utilizada com fins medicinais, as quais possuem propriedades purgativas de ação drástica, ou somente laxante, como atividades mais bem estabelecidas. O presente estudo teve como objetivo realizar estudo farmacognóstico das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. com relação à fitoquímica e ao controle de qualidade da droga vegetal. O material vegetal foi coletado, através de cortes transversais, no Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José de Abreu Matos, o qual foi caracterizado macroscopicamente sob vista desarmada. Para obtenção da droga vegetal, as raízes foram secas e trituradas, a qual foi submetida aos ensaios de controle de qualidade, tais como determinação do rendimento, da umidade, de cinzas totais, do índice de espuma, bem como análise granulométrica, seguida de prospecção fitoquímica das raízes frescas. Um planejamento fatorial  $2^3$  com triplicata em ponto central foi realizado, em que foram produzidos onze extratos hidroalcoólicos a 10% (p/v) por maceração, tendo como variáveis independentes a concentração do solvente, o tamanho de partícula e o tempo de extração, ao passo que as variáveis dependentes corresponderam ao resíduo seco obtido dos extratos e o teor de polissacarídeos totais. Realizou-se ainda o perfil cromatográfico dos extratos, utilizando sílica gel como fase estacionária, acetato de etila: metanol: clorofórmio: ácido acético (5:2:2:1, v/v/v/v) como fase móvel e vanilina sulfúrica como revelador. A droga vegetal das raízes de *Operculina macrocarpa* apresentou-se adequada quanto aos ensaios de qualidade, com um alto índice de espuma, indicando grandes concentrações de saponinas nas raízes. A abordagem fitoquímica das raízes frescas revelou a presença de alcaloides, taninos condensados, saponinas, esteroides, triterpenoides, amido e açúcares redutores. A determinação do resíduo seco dos extratos foi influenciada positivamente pela variável granulometria e, pelo perfil cromatográfico, observou-se duas bandas de coloração arroxeadas, as quais podem representar a presença de terpenóides, estando estes presentes em todos os extratos analisados. Os dados farmacognósticos obtidos são úteis para estudos químico-farmacológicos futuros, que comprovem o uso medicinal e tradicional da espécie estudada.

**Palavras-chaves:** *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.; batata de purga; farmacognosia; controle de qualidade; fitoquímica.

## ABSTRACT

The plant species *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. is a medicinal plant belonging to the Convolvulaceae family very common in the Northeast of Brazil, being popularly known as "batatas-de-purga", "jalapa" or "jalapa do Brasil". The tuberous, large, starchy and resinous roots are the part of the plant used for medicinal purposes, which have purgative properties of drastic action, or only laxative, as the best established activities. The present study aimed to perform pharmacognostic study of the roots of *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. regarding phytochemistry and quality control of the plant drug. The plant material was collected, through transversal cuts, in the Horto de Plantas Mediciniais Professor Francisco José de Abreu Matos, which was characterized macroscopically under naked eye. To obtain the plant drug, the roots were dried and triturated, which was submitted to quality control tests, such as determination of yield, humidity, total ash, foam index, as well as granulometric analysis, followed by phytochemical prospection of the fresh roots. A factorial design  $2^3$  with triplicate in central point was carried out, in which eleven hydroalcoholic extracts were produced at 10% (w/v) by maceration, having as independent variables the solvent concentration, the particle size and the extraction time, while the dependent variables corresponded to the dry residue obtained from the extracts and the content of total polysaccharides. The chromatographic profile of the extracts was also performed, using silica gel as stationary phase, ethyl acetate: methanol: chloroform: acetic acid (5:2:2:1, v/v/v/v) as mobile phase and sulfur vanillin as developer. The plant drug from the roots of *Operculina macrocarpa* presented adequate regarding the quality assays, with a high foaming index, indicating high concentrations of saponins in the roots. The phytochemical approach of the fresh roots revealed the presence of alkaloids, condensed tannins, saponins, steroids, triterpenoids, starch and reducing sugars. The determination of the dry residue of the extracts was positively influenced by the variable granulometry and, by the chromatographic profile, it was observed two bands of purple coloration, which can represent the presence of terpenoids, being present in all the analyzed extracts. The pharmacognostic data obtained are useful for future chemical-pharmacological studies, which prove the medicinal and traditional use of the species studied.

**Keywords:** *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.; purge potato; pharmacognosy; quality control; phytochemistry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Ilustração de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. e suas partes botânicas...	24
Figura 2	- Representação estrutural dos glicosídeos de resina da fração jalapina (A) e da fração convulvulina (B) presentes em <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	27
Figura 3	- Princípio do Método Fenol-Ácido Sulfúrico .....	33
Figura 4	- Fotografia da exsicata de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. depositada no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará .....	36
Figura 5	- Exemplares das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. A. Amostras frescas com casca; B. Amostras frescas sem casca em secção transversal; C. Secção transversal seca mostrando os anéis estreitos e escuros .....	45
Figura 6	- Teste Positivo para Alcaloide das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. com reagentes Bertrand (A) e Hager (B) .....	52
Figura 7	- Teste Positivo para Taninos Condensados das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	53
Figura 8	- Teste Positivo para Saponinas das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	54
Figura 9	- Teste Positivo para Esteroides e Triterpenoides das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	54
Figura 10	- Teste Positivo para Amido das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	55
Figura 11	- Teste Positivo para Açúcares Redutores das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	56
Figura 12	- Cromatoplaça dos extratos das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. após revelação com vanilina sulfúrica .....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva de Calibração do padrão D-maltose .....	43
Gráfico 2 - Teor de Umidade da droga vegetal obtida das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. em Determinador de Umidade por Infravermelho...	47
Gráfico 3 - Distribuição Granulométrica do pó das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	49
Gráfico 4 - Gráfico de Superfície-Resposta para resíduo seco (%) em função do tempo e da granulometria .....	59
Gráfico 5 - Gráfico de Superfície de Resposta para Teor de Polissacarídeos Totais (mg/ml) em função do tempo e granulometria .....	59

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Reagentes Gerais de Alcaloides (RGA) .....	38
Quadro 2 – Prospecção Fitoquímica das raízes frescas de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Diluições do extrato aquoso para determinação do Índice de Espuma .....	40
Tabela 2	- Planejamento Fatorial $2^3$ para os extratos obtidos por maceração de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	41
Tabela 3	- Matriz de Planejamento para obtenção dos extratos por maceração de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	41
Tabela 4	- Rendimento da Droga Vegetal das Raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	46
Tabela 5	- Teor de umidade da droga vegetal obtida das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. em Determinador de Umidade por Infravermelho...	46
Tabela 6	- Distribuição granulométrica do pó das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	49
Tabela 7	- Teor de Cinzas Totais obtido para as raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	50
Tabela 8	- Índice de Espuma obtido para as raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	57
Tabela 9	- Condições de análise e resultados do planejamento fatorial $2^3$ dos extratos das raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	58

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
cc	Centímetro Cúbico
CCD	Cromatografia em Camada Delgada
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
COX-2	Ciclooxigenase 2
DL <sub>50</sub>	Dose Letal 50%
FeCl <sub>3</sub>	Cloreto Férrico
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ácido Sulfúrico
KOH	Hidróxido de Potássio
NF-κB	Factor Nuclear Kappa B
NH <sub>4</sub> OH	Hidróxido de Amônio
<i>O. hamiltonii</i>	<i>Operculina hamiltonii</i> Urb.
<i>O. macrocarpa</i>	<i>Operculina macrocarpa</i> Linn. (Urb.)
OMS	Organização Mundial da Saúde
PGE <sub>2</sub>	Prostaglandina E <sub>2</sub>
PNAF	Política Nacional de Assistência Farmacêutica
PNPIC	Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares
PNPMF	Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
Rf	Fator de Retenção
RGA	Reagentes Gerais de Alcaloides
SBF	Sociedade Brasileira de Farmacognosia
Sin.	Sinonímia
SUS	Sistema Único de Saúde
UV	Ultravioleta
Vis	Visível

## LISTA DE SÍMBOLOS

g	Gramma
kg	Quilograma
%	Por cento
mg	Miligrama
ml	Mililitro
®	Marca Registrada
nº	Número
h	Hora
°C	Graus Celsius
µm	Micrômetro
min	Minuto
p/v	Peso por Volume
>	Maior que
<	Menor que
nm	Nanômetro
µL	Microlitro
R <sup>2</sup>	Coeficiente de Correlação
µm/ml	Micrograma por mililitro
mg/ml	Miligrama por mililitro
g/kg	Gramma por quilograma

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>22</b>
2.1	Objetivo Geral .....	22
2.2	Objetivos Específicos .....	22
<b>3.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>23</b>
3.1	<i>Operculina macrocarpa</i> (Linn.) Urb. ....	23
3.1.1	<i>Descrição Botânica</i> .....	23
3.1.2	<i>Aspectos Etnobotânicos</i> .....	23
3.1.3	<i>Toxicidade</i> .....	25
3.1.4	<i>Composição Fitoquímica</i> .....	26
3.1.5	<i>Resina Glicosídica</i> .....	26
3.2	Identificação Botânica .....	27
3.3	Controle de Qualidade .....	28
3.4	Prospecção Fitoquímica .....	29
3.5	Extratos Vegetais .....	30
3.5.1	<i>Maceração</i> .....	31
3.6	Planejamento Fatorial .....	32
3.7	Método Fenol-Ácido Sulfúrico .....	32
<b>4.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
4.1	Metodologia .....	34
4.2	Equipamentos, Solvente e Reagentes .....	34
4.3	Material Botânico .....	35
4.4	Caracterização Macroscópica das Raízes de <i>Operculina macrocarpa</i> .....	35
4.5	Preparação e determinação do rendimento da Droga Vegetal .....	35
4.6	Determinação de Umidade da Droga Vegetal .....	35
4.7	Análise Granulométrica da Droga Vegetal .....	36
4.8	Determinação de Cinzas Totais .....	37
4.9	Prospecção Fitoquímica .....	37
4.9.1	<i>Pesquisa de Heterósides Saponínicos</i> .....	37
4.9.2	<i>Pesquisa de Cumarinas</i> .....	37
4.9.3	<i>Pesquisa de Alcaloides</i> .....	38
4.9.4	<i>Pesquisa de Flavonoides</i> .....	38
4.9.5	<i>Pesquisa de Taninos</i> .....	38

4.9.6	<i>Pesquisa de Esteróides e Triterpenóides</i> .....	39
4.9.7	<i>Pesquisa de Açúcares Redutores</i> .....	39
4.9.8	<i>Pesquisa de Antraquinonas</i> .....	39
4.9.9	<i>Pesquisa de Amido</i> .....	39
4.10	Determinação do Índice de Espuma .....	40
4.11	Planejamento Fatorial .....	40
4.12	Determinação do Resíduo Seco .....	41
4.13	Análise do Teor de Polissacarídeos Totais por Espectrofotometria-UV/Vis .....	42
4.14	Perfil Cromatográfico dos Extratos .....	Erro! Indicador não definido.
5.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>44</b>
5.1	Características Macroscópicas das Raízes .....	44
5.2	Obtenção da Droga Vegetal .....	45
5.3	Determinação do Teor de Umidade da Droga Vegetal .....	46
5.4	Análise Granulométrica da Droga Vegetal .....	47
5.5	Determinação do Teor de Cinzas Totais .....	50
5.6	Prospecção Fitoquímica .....	51
5.6.1	<i>Alcaloides</i> .....	52
5.6.2	<i>Taninos</i> .....	52
5.6.3	<i>Saponinas</i> .....	53
5.6.4	<i>Esteroides e Triterpenoides</i> .....	54
5.6.5	<i>Amido</i> .....	55
5.6.6	<i>Açúcares Redutores</i> .....	56
5.7	Determinação do Índice de Espuma .....	56
5.8	Planejamento Fatorial .....	58
5.9	Perfil Cromatográfico por Cromatografia em Camada Delgada .....	61
6.	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As plantas medicinais, utilizadas em comunidades tradicionais como matéria-prima para fabricação de fitoterápicos e outros medicamentos, foram definidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1998, como sendo “todo e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semissintéticos" (VEIGA JÚNIOR; PINTO; MACIEL, 2005). As ações farmacológicas e terapêuticas desempenhadas pelas plantas medicinais devem-se aos princípios ativos presentes nas diferentes partes da planta, como sementes, caules, folhas, raízes e frutos, sendo eles os responsáveis pelas respostas fisiológicas em organismos vivos (ROCHA *et al.*, 2021).

A utilização de produtos naturais, especialmente as plantas, com fins medicinais, nasceu com a humanidade. Índícios do uso de plantas medicinais e tóxicas foram encontrados nas civilizações mais antigas, sendo considerada uma das práticas mais remotas utilizadas pelo homem para cura, prevenção e tratamento de enfermidades, servindo como importante fonte de compostos biologicamente ativos (FIRMO *et al.*, 2011). As primeiras descrições sobre plantas medicinais feitas pelo homem remontam às sagradas escrituras e ao papiro de Ebers (PINTO *et al.*, 2002).

No Brasil, por meio do Decreto Nº 5.813, de 22 de junho de 2006, foi criada a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), que busca garantir e promover a segurança, a eficácia e a qualidade no acesso a plantas medicinais e medicamentos fitoterápicos. Além disso, busca-se a implementação dessa política no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) e pela Política Nacional de Assistência Farmacêutica (PNAF) (BRASIL, 2006). Tudo isso, permite a ampliação dos serviços ofertados, a criação de um marco regulatório para produção e distribuição de plantas medicinais e produtos fitoterápicos, o fortalecimento da agricultura familiar, o uso sustentável dos recursos naturais e também, o incentivo ao desenvolvimento científico e da indústria farmacêutica do país (ROCHA *et al.*, 2021).

O Brasil possui a maior biodiversidade genética vegetal do mundo, contando com mais de 55.000 espécies catalogadas de um total estimado entre 350.000 e 550.000. Entretanto, grande parte da flora brasileira, principalmente as plantas nativas, não são conhecidas do ponto de vista fitoquímico e farmacológico (MAGALHÃES, 2019). Atrelado a isso, tem-se o fato

das comunidades tradicionais possuem um vasto conhecimento acerca da utilização dos recursos vegetais para os mais diversos fins, como alimentação, construção, remédios, ornamentação, entre outros (MACENA; VILA, 2020). Com isso, o saber tradicional e/ou popular sobre a utilização das plantas, principalmente, para usos medicinais, contextualizado cultural e ambientalmente, tem sido foco de diversos estudos em diferentes áreas do conhecimento (FERREIRA; PASA; NUNEZ, 2020).

Nesse contexto, o resgate etnobotânico e a valorização do conhecimento empírico dos povos tradicionais permite compreender o aproveitamento e a interação do homem com a natureza vegetal, assim como resgatar informações sobre os usos tradicionais e suas potencialidades (FERREIRA, 2018). Conjuntamente à etnobotânica, tem-se a etnofarmacologia, que, na área das plantas medicinais, busca conhecer as formas de manejo, formas de preparo, dose, indicação terapêutica e todas as informações necessárias para favorecer o estudo científico (ELISABETSKY, 2003; FERREIRA, 2018).

Atualmente, os “remédios” de origem vegetal produzidos pelo homem não utilizam as plantas medicinais *in natura*, mas sim uma espécie vegetal manipulada e ingerida de maneira específica para uma determinada finalidade terapêutica. Desse modo, as pesquisas etnofarmacológicas podem ser consideradas como ponto de partida para um delineamento experimental, com objetivo de estudar a espécie como um fármaco em potencial, ou seja, buscar saber qual ação farmacológica tem o maior potencial de revelar dados que confirmem a indicação terapêutica popular (ALMEIDA, 2011).

Dentre as várias espécies vegetais utilizadas popularmente, *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb., conhecida como batata-de-purga ou jalapa, é muito comum no Nordeste brasileiro (LORENZI; MATOS, 2008). A tintura de jalapa, conhecida também como Aguardente Alemã®, possui em sua composição *O. macrocarpa* e é um fitoterápico comercializado para o tratamento da constipação intestinal, sendo amplamente difundido, já que possui um baixo custo (CUNHA, 2009).

Com isso, conhecer corretamente uma planta medicinal, macroscopicamente e microscopicamente, realizar estudos de características ideais de qualidade e, principalmente, avaliar a composição fitoquímica das suas raízes, descrevendo as principais classes de metabólitos secundários e o seu perfil cromatográfico, permite uma padronização do material vegetal e produtos relacionados, possibilitando um melhor desenvolvimento futuro destes pela indústria de fitoterápicos.

Outro ponto a ser considerado são os diversos fatores que podem influenciar no processo extrativo de uma planta medicinal, tais como características do material vegetal, o seu

grau de divisão, o solvente utilizado e a metodologia empregada, o que interfere no conteúdo dos metabólitos secundários presentes no extrato (FONSECA, 2005). Assim, avaliar quais combinações permitem a obtenção do maior teor de princípios ativos nos extratos de *O. macrocarpa*, visto que são os responsáveis pelos efeitos farmacológicos da planta, mostra-se um motivo de estudo extremamente importante para otimização desse processo extrativo.

Portanto, motivado pelo uso tradicional e disseminado de *O. macrocarpa* no Nordeste brasileiro, considerando seus aspectos etnobotânicos, etnofarmacológicos, seu fácil acesso e suas formas de uso, o presente estudo se propõe a contribuir com o conhecimento farmacognóstico acerca desta planta, desde a parte botânica até a composição química dos seus extratos vegetais, validando e racionalizando o seu uso como planta medicinal de acordo com a legislação vigente, especialmente, a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF).

E também motivado pelo resgate etnofarmacológico das famosas Pílulas do Cirurgião Dr. Mattos, conhecidas popularmente como “Pílula de Mattos”, desenvolvidas pelo o bisavô do grande Professor Doutor Francisco José de Abreu Matos (*in memoriam*), idealizador do Programa Farmácias Vivas, o presente estudo pretende continuar o legado científico deixado por ele e sua família, de modo a perpetuar sua memória e contribuição para as próximas gerações.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Realizar estudo farmacognóstico das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. (Batata de Purga) com relação à fitoquímica e ao controle de qualidade.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar caracterização macroscópica das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Estabelecer alguns parâmetros de qualidade da droga vegetal a partir das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Realizar prospecção fitoquímica qualitativa das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Realizar planejamento fatorial para obtenção de extratos vegetais das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Determinar o resíduo seco dos extratos vegetais a partir das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Determinar o teor de polissacarídeos totais nos extratos vegetais a partir das raízes de *Operculina macrocarpa*;
- Determinar o perfil cromatográfico dos extratos vegetais a partir das raízes de *Operculina macrocarpa*.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

##### 3.1.1 *Descrição Botânica*

*Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb., popularmente conhecida como batata-de-purga, jalapa brasileira ou jalapa-do-Brasil, é uma planta medicinal pertencente à família Convolvulaceae muito comum no Nordeste brasileiro (LORENZI; MATOS, 2008). Esta planta (Figura 1, página 24) caracteriza-se por ser uma trepadeira ornamental, com caule quadrangular, de cor avermelhada e glabro. As folhas são longo-pecioladas, palmati-5-lobadas, grandes e glabras. As flores são muito brancas, infundibuliformes, axilares e solitárias. Seus frutos se assemelham com flores estreladas, marrom-avermelhados, contendo de uma a quatro sementes duras e escuras (BRAGA, 1976; LORENZI; MATOS, 2008)

Atualmente, os nomes vulgares batata-de-purga, jalapão ou batatão são utilizados para uma outra espécie, a *Operculina hamiltonii* (G. Don) Austin & Staples (Sin: *Operculina alata* Urb.), que possui flores amarelas, folhas inteiras e frutos mais escuros. Essa espécie é bastante comum no norte e nordeste brasileiro, com distribuição superior à *O. macrocarpa*, estando ao alcance de comunidades presentes nos estados do Amazonas, Ceará, Maranhão, Pará, Piauí, entre outros (LORENZI; MATOS, 2008; PEREDA-MIRANDA, 2021). Estudos realizados por Belo *et al.* (2020), no estado de Pernambuco, mostraram que a espécie *O. hamiltonii* floresce entre os meses de junho e dezembro e frutifica de julho a novembro. Já a espécie *O. macrocarpa*, floresce entre abril e dezembro e frutifica de julho a dezembro.

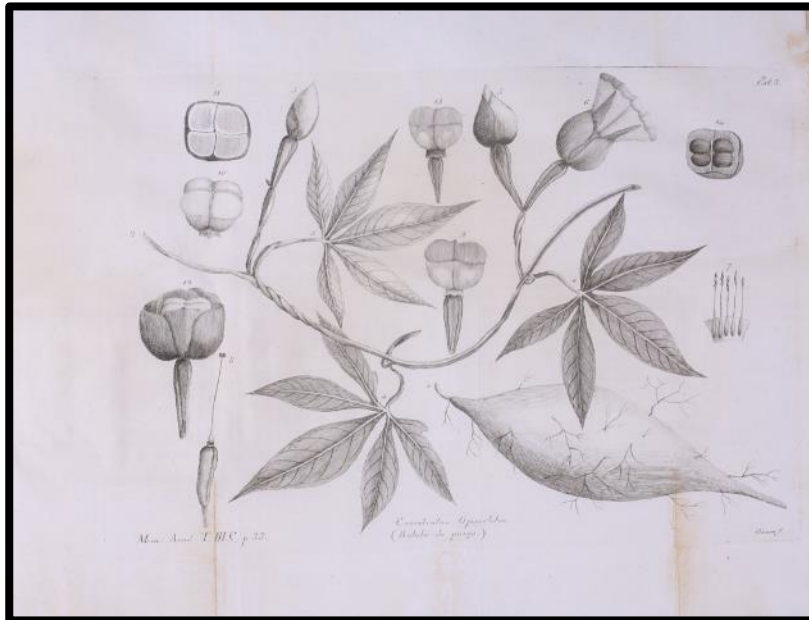
A parte da planta usada para fins medicinais, tanto de *O. macrocarpa* quanto de *O. hamiltonii*, são as raízes tuberosas, grandes, amiláceas e resiníferas, como a maioria das espécies pertencentes à família Convolvulaceae (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS, 2002). Nos tubérculos estão contidos açúcares, sais, fécula, extrato gomoso e uma resina, dura, quebradiça e acastanhada, na qual corresponde ao principal princípio ativo da planta. (BRAGA, 1976).

##### 3.1.2 *Aspectos Etnobotânicos*

De acordo com Matos (2002), as preparações tradicionais com batata-de-purga, popularmente conhecidas no Nordeste, são um refresco, preparado com a batata fresca ralada com água; na forma de pó, feito com a fécula retirada artesanalmente da batata fresca (goma de batata) ou, ainda, na forma de pílulas preparadas manualmente com o resíduo resinoso

(MATOS, 2002), sendo estas as famosas “Pílulas de Mattos”. Essas preparações são bastante utilizadas como depurativas, para “afinar” e “limpar” o sangue, como tratamento de pele, acne, problemas de dentição em criança, tratamento de estados congestivos e inflamatórios do aparelho respiratório, reumatismo, bronquite, asma dentre tantas outras indicações etnobotânicas e etnofarmacológicas (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS, 2002).

**Figura 1:** Ilustração de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. e suas partes botânicas.



Fonte: STAPLES; SIMÕES; AUSTIN, 2020.

As propriedades purgativas de ação drástica, ou somente laxante, são as atividades mais bem estabelecidas da batata-de-purga, sendo para esta finalidade, utilizadas na forma de tintura, pó e resina (LORENZI; MATOS, 2008; MATOS, 2002). Em estudo realizado para a avaliação da atividade laxante de *O. macrocarpa*, o chá da planta, na dose de 1 g/kg, demonstrou um aumento significativo do trânsito intestinal de camundongos quando comparado ao grupo controle (MICHELIN, 2008). O extrato etanólico, na dose de 1 g/kg, também demonstrou aumento significativo do trânsito intestinal dos camundongos (69,99%) comparado ao grupo controle (47,87%) (MICHELIN; SALGADO, 2004).

Nas diversas preparações, o efeito purgativo ou laxativo da batata-de-purga depende da dose empregada. Assim, para efeito purgante, são usados até 2 gramas na forma de pó, até 0,5 grama na forma de resina e até 10cc (centímetros cúbicos) na forma de tintura, que

corresponde, aproximadamente, a uma colher de sopa. Quando se busca apenas o efeito laxativo, doses menores, cerca de um quinto ( $\frac{1}{5}$ ) das doses anteriores, podem ser empregadas. Entretanto, doses maiores devem ser usadas com cautela, tendo em vista a possibilidade de causarem intoxicações severas nos indivíduos (MATOS, 2002).

### 3.1.3 Toxicidade

O uso de preparações contendo *O. macrocarpa* em altas doses podem desencadear fortes câibras e diarreias intensas, com risco para rápida desidratação (LORENZI; MATOS, 2008). Estudos de toxicidade aguda, em dose única, desenvolvidos por Michelin (2004) determinaram a dose letal 50% (DL<sub>50</sub>), por via oral, como sendo 3800 mg/kg para o extrato etanólico de *O. macrocarpa* em camundongos. Estudos posteriores, também desenvolvidos por Michelin (2008), para toxicidade aguda, em dose única, para o chá da planta nas doses de 1000 e 2000 mg/kg não apresentaram sinais de toxicidade com relação à alteração de pelos, pele, mucosas, sistemas circulatórios e respiratórios, sistema nervoso central e periférico e atividade somatomotora. No entanto, o chá, na dose de 2000 mg/kg, demonstrou redução significativa do peso do coração e fígado do grupo experimental de camundongos quando comparado ao grupo controle (MICHELIN, 2008).

Estudos de toxicidade aguda e subcrônica desenvolvidos em ratos por Silva *et al.* (2016) obtiveram dose letal 50% (DL<sub>50</sub>) de 270 mg/kg por via intraperitoneal para o extrato etanólico de *O. macrocarpa*. A administração oral do pó das raízes na ração dos ratos não produziu mudanças comportamentais ou mortes nos grupos estudados, bem como não houve alterações nos perfis hematológico e bioquímico. A avaliação histopatológica dos tecidos do grupo experimental também não demonstrou anormalidades (SILVA *et al.*, 2016).

Um estudo clínico randomizado, duplo-cego, com 76 voluntários, realizado por Santos (2009), investigou a toxicidade clínica da Tintura de Jalapa, um fitomedicamento comercializado sob nome de Aguardente Alemã® e muito consumido pela população. No estudo em questão, foram administrados 15 ml de tintura de jalapa no grupo experimental durante 7 dias consecutivos. Os exames realizados no pré- e pós-tratamento investigaram a função hematológica, hepática, renal, metabólica, bem como eletrólitos como sódio e potássio. Como resultado, o estudo demonstrou que a tintura de jalapa foi bem tolerada pelos voluntários, sem sinais de toxicidade e que os eventos adversos relatados foram classificados como de intensidade leve (SANTOS, 2009).

### 3.1.4 Composição Fitoquímica

Em estudo de caracterização química de *O. macrocarpa* foram encontradas substâncias pertencentes à classe dos compostos fenólicos, tais como ácido cafeico, ácido clorogênico e ácido protocatecúico, na fração acetato de etila do extrato etanólico da planta (MICHELIN, 2004). A análise em Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) do extrato etanólico e do chá permitiu caracterizar também substâncias da classe dos ácidos fenólicos, como ácido clorogênico, ácido cafeico e dímero do ácido cafeico, sendo no chá encontrados em menor quantidade. (MICHELIN, 2008). Outros metabólitos secundários encontrados nas raízes da planta foram saponinas, triterpenoides e esteroides, cumarinas, açúcares redutores, flavonoides, alcaloides, taninos condensados, xantonas e leucoantocianidinas (MICHELIN, 2004; LUNA *et al.*, 2005; LIMA, 2006; SILVA, 2014).

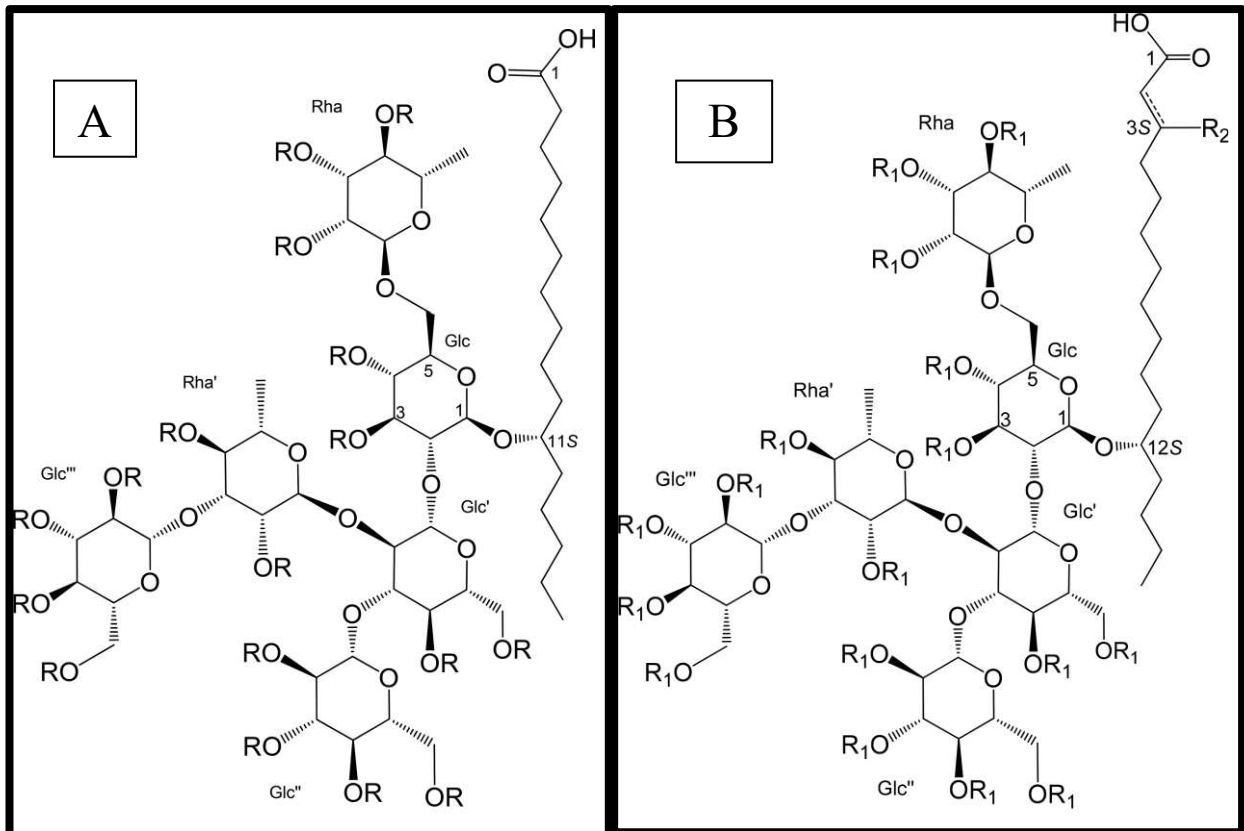
### 3.1.5 Resina Glicosídica

Glicolipídios anfipáticos, também chamados de resina glicosídica, produzidos por células secretoras presentes nos tecidos das folhas, raízes e rizomas das plantas da família Convolvulaceae, são mundialmente conhecidos como agentes purgativos. Essa resina consiste de uma mistura de alguns glicolipídios formados por monohidroxi e dihidroxi ácidos graxos de cadeia longa ligados a heteropolissacarídeos lineares ou ramificados (PEREDA-MIRANDA *et al.*, 2009; LIRA-RICÁRDEZ *et al.*, 2019). Os glicosídeos de resina (Figura 2, página 27) presentes em *Operculina macrocarpa* solúveis em éter, chamados de fração jalapina, foram primeiramente analisados por saponificação, em que ácidos operculínicos A-G foram identificados com núcleos de ácido glicosídico, sendo todos eles constituídos da mesma aglicona, o ácido jalapínico (11 *S*-ácido-hidroxi-hexadecanoico). A fração convolvulina, que diz respeito aos glicosídeos insolúveis em éter, também foi analisada por saponificação, isolando-se o ácido operculínico H, composto por ácido operculínico (3*S*,12*S*-ácido dihidroxi-hexadecanoico), como aglicona, e um núcleo hexassacarídeo formado por quatro unidades de D- glicose e duas porções L-ramnose (LIRA- RICÁRDEZ *et al.*, 2019).

O efeito purgativo dos glicosídeos da resina é pertencente à molécula inteira. Nos mamíferos, estes compostos mostraram habilidade em aumentar a permeabilidade da membrana e o transporte de cátions e ânions, desencadeando um desequilíbrio na homeostase celular através da atividade formadora de poros. Tudo isso faz com que esses glicosídeos atuem como laxantes osmóticos, aumentando o peristaltismo do intestino delgado e a eliminação de água entre 1 e 2 horas, mesmo após doses moderadas (PEREDA-MIRANDA *et al.*, 2006;

PEREDA- MIRANDA *et al.*, 2009; LIRA-RICÁRDEZ *et al.*, 2019). Um outro possível mecanismo para ação laxativa das resinas glicosídicas seria a ativação do fator de transcrição NF- $\kappa$ B nas células do cólon, o que aumenta a secreção de prostaglandina E2 (PGE2), mediada pela enzima ciclooxygenase-2 (COX-2), que diminui a expressão de aquaporina 3, impedindo assim a absorção de água da luz intestinal para o vaso sanguíneo (ZHU *et al.*, 2019).

**Figura 2:** Representação estrutural dos glicosídeos de resina da fração jalapina (A) e da fração convulvulina (B) presentes em *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.



Fonte: LIRA-RICÁRDEZ *et al.*, 2019.

### 3.2 Identificação Botânica

As plantas medicinais são recursos terapêuticos tradicionalmente utilizados em todo o mundo para recuperação da saúde e prevenção de agravos. Esses instrumentos terapêuticos possuem progressiva comprovação terapêutica e estão integrados à cultura e identidade de um povo, sendo parte de um conhecimento utilizado e difundido ao longo de várias gerações (SOARES *et al.*, 2020). Com isso, a segurança e eficácia do uso de plantas medicinais depende de uma correta identificação botânica, da parte da planta utilizada, da forma de preparo e da dose apropriada (PEDROSO; ANDRADE; PIRES, 2021).

Conhecer corretamente as plantas e seus nomes científicos é extremamente importante, visto que uma incorreta identificação com nomes vulgares ou vernaculares podem anular todo um trabalho, gerando informações incorretas, conclusões erradas e usos indevidos. Diversos casos de intoxicações com plantas ocorrem devido à uma espécie vegetal receber vários nomes populares ou um mesmo nome popular representar mais de uma espécie vegetal, o que causa confusão na população em geral (VERDAM; SILVA, 2010; BORGES *et al.*, 2016).

Segundo Mentz e Bordignon (2007), a identificação consiste na comparação com uma espécie já descrita anteriormente, sendo realizada a cada vez que se pretende conhecer uma espécie coletada ou encontrada na natureza (MENTZ; BORDIGNON, 2007). O processo de identificação botânica pode ser realizado por comparação com material de herbário devidamente identificado, utilizando-se as chaves dicotômicas de identificação, ou ainda, consultando a literatura específica existente (WIGGERS; STANGE, 2008).

Um herbário corresponde a uma coleção de plantas secas, organizadas em ordem alfabética por família botânica ou com base em um sistema de classificação botânica. As plantas armazenadas em um herbário estão na forma de exsicata (do latim, *siccus*, seco), que são amostras vegetais secas guardadas em armários especiais, acompanhadas de uma etiqueta com informações das plantas (REZENDE *et al.*, 2017). Assim, um material vegetal coletado para estudo deve ser encaminhado a um herbário com a finalidade de identificação ou confirmação botânica, em que posteriormente, a planta será catalogada e um número de registro gerado (VERDAM; SILVA, 2010).

### **3.3 Controle de Qualidade**

No contexto das matérias-primas vegetais, um aspecto importante a ser considerado é a sua qualidade, que engloba as características relacionadas com a apresentação, estado de conservação, teor de princípios ativos e pureza (OLIVEIRA; AKISUE; AKISUE, 1991). De acordo com a Farmacopeia Brasileira 6ª Edição, o termo “controle de qualidade”, de modo geral, corresponde ao conjunto de medidas destinadas a garantir, a qualquer momento, a produção de lotes de medicamentos e demais produtos, que satisfaçam às normas de identidade, atividade, teor, pureza, eficácia e inocuidade (BRASIL, 2019).

Para análise adequada da qualidade das matérias-primas vegetais, devem ser realizadas análises rotineiras, de acordo com bases científicas e técnicas, empregando-se metodologias de análises químicas, físicas ou físico-químicas e biológicas, sendo necessária a

correlação entre os parâmetros analisados e a finalidade a qual se destinam (FARIAS, 2007).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) é o órgão responsável pela regulamentação de plantas medicinais e seus derivados, na qual possui papel principal de proteger e promover a saúde da população, garantindo a segurança sanitária dos produtos e serviços (OLIVEIRA, 2017). Para isso, em 2004, foi aprovada a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 48, que visa atualizar a normatização do registro de medicamentos fitoterápicos e também dispõe acerca do controle de qualidade de drogas vegetais e produtos acabados (BRASIL, 2004). A RDC nº 26, de 2014, dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos e o registro e a notificação de produtos tradicionais fitoterápicos, versando também acerca do controle de qualidade de drogas vegetais, derivados vegetais e também do produto fitoterápico acabado (BRASIL, 2014).

Aspectos como o controle da constituição química, através de técnicas cromatográficas e analíticas, que permitam o isolamento e separação de substâncias, mostram-se essenciais para o conhecimento da composição química de uma planta medicinal, contribuindo para a padronização do material vegetal e produtos relacionados. Por sua vez, deve-se considerar também o controle de qualidade microbiológico de plantas medicinais e fitoterápicos, tendo em vista que, pela origem, os produtos vegetais estão em contato direto com o ambiente, o que pode acarretar deterioração do material e o desenvolvimento de doenças (SOUZA-MOREIRA; SALGADO; PIETRO, 2010).

### **3.4 Prospecção Fitoquímica**

Os metabólitos secundários são compostos orgânicos cuja produção e acumulação estão restritas a um número limitado de organismos, com bioquímica e metabolismo específicos e únicos. Nas plantas, esses compostos são produzidos pela célula vegetal como derivação do metabolismo primário. Não possuem função vital para a planta, mas garantem a sua sobrevivência, reprodução e dispersão por possuírem a capacidade de proteção contra raios ultravioletas, atração de polinizadores e dispersores de sementes, ação contra herbívoros, comunicação entre plantas, entre outros (SANTOS, 2007; SOARES, 2016).

Nesse contexto, a prospecção fitoquímica é um estudo preliminar com objetivo de detectar a presença dos metabólitos secundários de determinada planta e caracterizá-los. Trata-se de um estudo básico para a investigação de plantas medicinais, podendo orientar as etapas futuras a serem realizadas, como isolamento, purificação, elucidação das estruturas moleculares, bem como produção de fitoterápicos ou medicamentos de origem vegetal. (FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007; MATOS, 2009; SOARES, 2016).

Os testes fitoquímicos podem ser realizados diretamente sobre os tecidos vegetais, no entanto, na maioria das vezes, anteriormente à caracterização química, deve-se extrair as substâncias em solventes adequados, para só assim, realizar os testes (FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007). Classicamente, a caracterização fitoquímica de uma planta é realizada através de reações químicas rápidas e baratas, que resultam no desenvolvimento de coloração ou formação de precipitado característico (MATOS, 2009).

### 3.5 Extratos Vegetais

Uma droga vegetal, devidamente dessecada e triturada, pode ser utilizada diretamente como fitoterápico, como no caso das infusões e chás. Entretanto, na maioria das vezes, a droga vegetal é processada de modo a ser obtida uma solução extrativa, na qual contém substâncias de interesse terapêutico (FONSECA, 2005).

Para obtenção dos extratos vegetais, ou soluções extrativas, realiza-se a operação de extração, que significa retirar, de forma mais seletiva e completa possível, as substâncias ou frações ativas contidas nas drogas vegetais, utilizando-se, para isso, líquidos ou mistura de líquidos extratores, que sejam tecnologicamente apropriados e toxicologicamente seguros. Os solventes, quando apropriados, dissolvem e carregam apenas algumas substâncias, deixando uma maior parte por se dissolver, sendo esta denominada de marco ou resíduo, característica fundamental para a diferenciação de soluções extrativas das soluções verdadeiras (FONSECA, 2005; MARQUES, 2005; SONAGLIO *et al.*, 2007).

Diversos fatores podem influenciar o processo extrativo, tais como características do material vegetal, o seu grau de divisão, o solvente utilizado e a metodologia empregada. O grau de divisão de uma droga vegetal tem influência decisiva nos processos extrativos, visto que quanto menor sua granulometria, maior a superfície de contato com o solvente, o que acelera a difusão dos princípios ativos. Além disso, a consistência do tecido vegetal interfere diretamente no poder de penetração do solvente, com isso, extratos a partir de partes vegetais como caules e raízes devem ser preparados com tamanho de partícula reduzido (FONSECA, 2005; FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007).

O solvente escolhido para extração deve ser o mais seletivo possível, pois devido a isso pode-se extrair apenas as substâncias de interesse ou em maior quantidade. A seletividade do solvente depende da polaridade e conhecer essa característica dos metabólitos secundários da planta é essencial para a escolha do solvente ou mistura de solventes. Dentre os solventes mais utilizados, tem-se água e álcool etílico como principais, auxiliados por glicerina,

propilenoglicol e acetona. (FONSECA, 2005; FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007; ALLEN JR; POPOVICH; ANSEL, 2013).

O aumento de temperatura no processo aumenta a solubilidade das substâncias, o que faz os processos extrativos a quente, como digestão, infusão e decocção, serem mais rápidos do que aqueles em temperatura ambiente. No entanto, a temperatura é um fator que pode contribuir para a aceleração de reações químicas, como hidrólise, oxidação e decomposição. Por último, o tempo de contato da droga com o solvente também é um fator importante, pois quanto maior o tempo, mais completa será a extração, porém aumenta-se também a probabilidade de degradação do extrato obtido, extraindo também aquelas substâncias de menor solubilidade (FONSECA, 2005; FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007).

### **3.5.1 Maceração**

Maceração (do latim, *macerare*, embebedar) é um método extrativo no qual a matéria-prima vegetal, devidamente triturada, é colocada em contato com o solvente extrator para que seja embebida até o amolecimento dos tecidos vegetais e haja a penetração do solvente, dissolvendo os constituintes solúveis. Esse processo acontece em recipiente fechado, em diversas temperaturas, com agitação ocasional por um período que pode variar de horas a dias. Nesse processo, não há renovação do solvente extrator, o que não proporciona o esgotamento da matéria-prima vegetal, seja devido à saturação do líquido extrator ou pelo estabelecimento de um equilíbrio difusional entre o meio extrator e o interior da célula vegetal (SONAGLIO *et al.*, 2007; ALLEN JR; POPOVICH; ANSEL, 2013).

As drogas vegetais mais indicadas para serem extraídas por maceração são aquelas ricas em substâncias ativas que não apresentam uma estrutura celular, como as gomas, resinas e alginatos (SONAGLIO *et al.*, 2007).

A maceração é um método bastante utilizado para a preparação de uma forma farmacêutica líquida denominada tintura, que corresponde a soluções extrativas alcoólicas ou hidroalcoólicas preparadas a partir da matéria-prima vegetal (BRASIL, 2019). As tinturas podem ser classificadas em simples e compostas, conforme preparadas com uma ou mais matérias-primas vegetais (SONAGLIO *et al.*, 2007).

### 3.6 Planejamento Fatorial

A otimização de parâmetros experimentais de relevância é considerada como uma das etapas mais críticas do trabalho científico, principalmente para aqueles que têm por objetivo o desenvolvimento de processos tecnológicos aplicáveis em grande escala (CUNICO *et al.*, 2008; PERALTA-ZAMORA; MORAIS; NAGATA, 2005). A otimização busca melhorar o desempenho de um sistema, de um processo ou mesmo, de um produto, a fim de obter deles o máximo de benefícios possíveis (NOVAES *et al.*, 2017).

Planejamentos fatoriais completos ou fracionários são planejamentos multivariados que se baseiam na variação de fatores simultaneamente a um limitado número de níveis, normalmente dois, para cada variável (NOVAES *et al.*, 2017). Segundo Neves, Schvartzman e Jordão (2002), essa metodologia é representada por  $b^k$ , em que “k” representa o número de fatores e “b” representa o número de níveis escolhidos. O caso mais simples de planejamento fatorial é aquele no qual cada fator k está representado em apenas dois níveis. Portanto, em um experimento com k fatores, são realizados  $2 \times 2 \times 2 \dots$  (k vezes) =  $2^k$  observações de variável resposta (NEVES; SCHVARTZMAN; JORDÃO, 2002; CUNICO *et al.*, 2008).

No planejamento fatorial, os níveis são costumeiramente codificados com os sinais (+) e (-), sendo a atribuição aos níveis superiores ou inferiores feita aleatoriamente, não interferindo na realização dos experimentos ou interpretação dos resultados. Estes sinais permitem a organização das variáveis na forma de matrizes de planejamento, assim como a determinação, por meio de cálculos, da influência dessas variáveis e das suas interações no sistema (CUNICO *et al.*, 2008).

As principais vantagens da aplicação do planejamento fatorial foram descritas por Pereira e Pereira-Filho (2018) como execução de um número reduzido de experimentos quando comparado com o procedimento univariado convencional; economia de recursos financeiros; obtenção de resultados com maiores confiabilidades química e estatística e possibilidade de obter um modelo matemático que permitirá a realização de previsões em condições que não foram testadas (PEREIRA; PEREIRA-FILHO, 2018).

### 3.7 Método Fenol-Ácido Sulfúrico

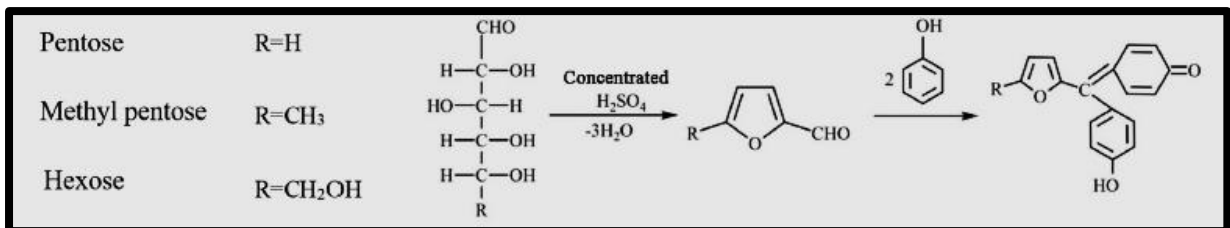
A determinação e quantificação de vários carboidratos presentes em animais, vegetais, algas e bactérias vêm sendo realizadas, ao longo dos anos, através do chamado método fenol-ácido sulfúrico, desenvolvido por Dubois *et al.* (1956), bem como modificações

desse método (GAO *et al.*, 2022; DUBOIS *et al.*, 1956). Trata-se de um método colorimétrico, rápido e simples, capaz de detectar quase todas as classes de polissacarídeos, incluindo, mono, di, oligo e polisacarídeos (NIELSEN, 2010).

Para realização do ensaio, utiliza-se soluções de fenol e ácido sulfúrico concentrado, o qual decompõe qualquer molécula da classe dos carboidratos, como polissacarídeos, dissacarídeos e oligosacarídeos, em monossacarídeos. Como demonstrado na Figura 3, as pentoses, compostas de 5 carbonos, são desidratadas em furfural, ao passo que as hexoses, compostas de 6 carbonos, são desidratadas em hidroximetil furfural. Ambos os compostos formados reagem com o fenol presente, produzindo uma cor amarelo-ouro, característico da reação (NIELSEN, 2010).

A mudança da cor da solução é medida na região do visível em espectrofotômetro e é proporcional à quantidade de açúcares presentes na amostra, sendo esta reação sensível e de cor estável. De acordo com Dubois *et al.* (1956), a ocorrência de uma banda com máximo de absorção em 480 nm indica a presença de pentoses, enquanto o máximo de absorção em 490 nm é característico de hexoses (DUBOIS *et al.*, 1956).

**Figura 3:** Princípio do Método Fenol-Ácido Sulfúrico.



Fonte: YUE *et al.*, 2022.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Metodologia

O presente trabalho consiste de uma pesquisa básica, quanto à finalidade, com procedimentos técnicos de uma pesquisa de laboratório (SILVA, 2004; FONTELLES *et al.*, 2009). Uma pesquisa básica, ou fundamental, corresponde à pesquisa cujo principal objetivo é gerar novos conhecimentos sem uma aplicação prática prevista. Nesse tipo de pesquisa, o pesquisador acumula conhecimentos que podem produzir resultados acadêmicos e aplicados importantes (FONTELLES *et al.*, 2009).

A pesquisa de laboratório, segundo Marconi e Lakatos (2003), descreve e analisa o que será ou ocorrerá em situações controladas, exigindo um instrumental preciso, específico e um ambiente adequado. Na pesquisa de laboratório, o pesquisador pode chegar aos resultados esperados, ou não. (MARCONI; LAKATOS, 2003).

### 4.2 Equipamentos, Solvente e Reagentes

#### Equipamentos:

Balança Analítica (Celtac FA2104N); Chapa Aquecedora; Determinador de Umidade por Infravermelho (Gehaka IV2000); Espectrofotômetro UV/Vis (Thermo Scientific GENESYS 10S); Espectrofotômetro UV/Vis (Shimadzu UV-1203); Estufa de Secagem (Ethik Modelo 400/6ND); Estufa de Secagem (Nova Ética Modelo 400/6 ND-300); Forno Mufla (Quimis Modelo Q318M); Moinho de Rotor tipo Ciclone (Tecnal Modelo TE-651/2); Pipetas Automáticas; Pipetas Graduadas; Tamisador Vibratório (ERWECA) e Tamises; Câmara Ultravioleta 254/365nm; Vidrarias (Béquer, Tubs de Ensaio, Bastão de Vidro, Funil, Placa de Petri, Pesa-filtro, Gral e Pistilo, Cadinhos); Bico de Bunsen; Vórtex.

#### Solvente e Reagentes

Hidróxido de Potássio; Água Destilada; Álcool Etilico Absoluto (Itajá®); Padrão de Cumarina (Sigma®); Padrão D-maltose (Vetec®); Reagente Benedict; Reagentes Gerais de Alcaloides (Dragendorff Mayer, Hager, Bertrand e Bouchardat); Fitas de Magnésio; Ácido Clorídrico PA; Ácido Sulfúrico PA (Vetec®); Fenol Cristal P.A (Dinâmica®); Cloreto Férrico 1%; Anidrido Acético; Solução de Lugol; Sílica Gel 60 F254; Metanol; Clorofórmio; Ácido Acético.

### 4.3 Material Botânico

O material botânico utilizado para o estudo consistiu-se das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb., sendo estas coletadas no Horto de Plantas Medicinais Professor Francisco José de Abreu Matos da Universidade Federal do Ceará (UFC), através de cortes transversais, no mês de março de 2022. A exsicata da planta (Figura 4, página 36), sob número EAC 65857, está depositada no Herbário Prisco Bezerra da mesma universidade, garantindo a sua certificação botânica.

### 4.4 Caracterização Macroscópica das Raízes de *Operculina macrocarpa*

Para a análise macroscópica, as raízes íntegras e os cortes transversais de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. foram observados, sob vista desarmada, quanto às suas características macroscópicas, como tamanho, cor e formato (BRASIL, 2019).

### 4.5 Preparação e Determinação do Rendimento da Droga Vegetal

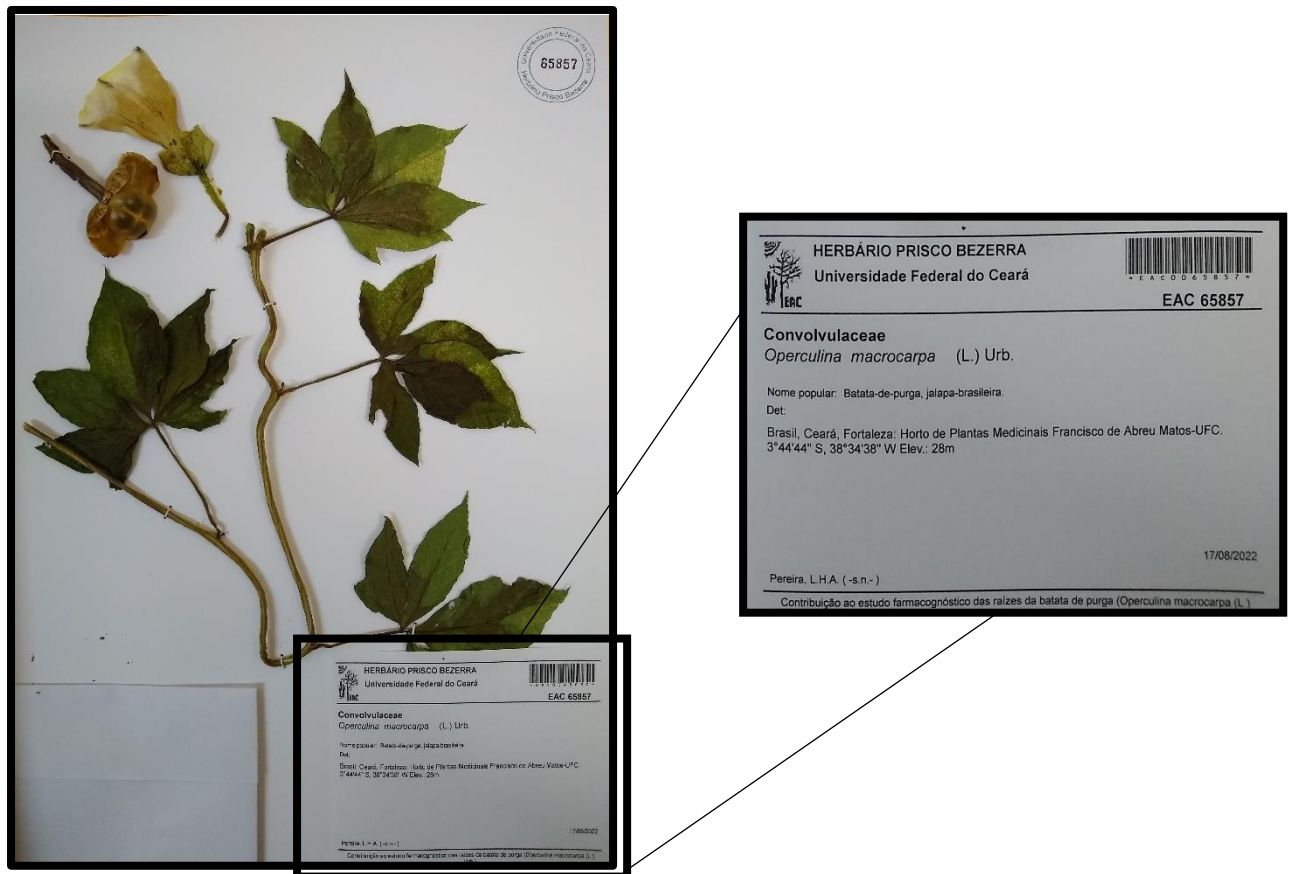
As raízes frescas de *Operculina macrocarpa* foram lavadas em água corrente, cortadas transversalmente e desidratadas em estufa de secagem (Ethik Modelo 400/6ND), a 50°C, até peso constante. Posteriormente, foi realizado o cálculo do rendimento da droga vegetal (PONTES, 2015), como demonstrado abaixo. Para trituração, as raízes previamente secas foram submetidas a um moinho de facas (Tecnal Modelo TE-651/2) com malha de 2 mm, sendo o pó obtido deste processo etiquetado e acondicionado em recipiente adequado.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Raízes Secas (gramas)}}{\text{Raízes Frescas (gramas)}} \times 100$$

### 4.6 Determinação de Umidade da Droga Vegetal

A determinação da umidade foi realizada através de um Determinador de Umidade por Infravermelho (Gehaka IV2000). Em triplicata, foi pesado 2g do pó da droga vegetal de *O. macrocarpa*, sendo uniformemente distribuídos no suporte de alumínio do aparelho e a leitura realizada a 105°C com duração de 60 minutos. Os resultados foram expressos em porcentagens através da média das três leituras.

**Figura 4:** Fotografia da exsicata de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. depositada no Herbário Prisco Bezerra da Universidade Federal do Ceará.



Fonte: Próprio Autor.

#### 4.7 Análise Granulométrica da Droga Vegetal

A análise granulométrica seguiu a metodologia descrita na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição - Método 5.2.11 (BRASIL, 2019). Para esta análise, utilizou-se um tamizador vibratório (ERWECA) e uma série de oito tamises com abertura nominal de 2000 µm, 1400 µm, 1000 µm, 710 µm, 500 µm, 355 µm, 250 µm e 180 µm. Todos os tamises foram previamente tarados, suas massas anotadas e o aparelho foi montado em ordem decrescente de abertura de malha, juntamente com o coletor. Pesou-se cerca de 100 g do pó da droga vegetal das raízes de *O. macrocarpa*, sendo uniformemente colocados no tamis superior. O procedimento teve duração de 15 minutos. Após o processo, os tamises foram cuidadosamente pesados para quantificação da massa retida em cada um deles.

Para calcular o percentual retido em cada tamis, utilizou-se o cálculo abaixo:

$$\% \text{retida} = \frac{\text{peso retido em cada tamis (grama)}}{\text{soma dos pesos retidos em cada tamis e no coletor (gramas)}} \times 100$$

#### 4.8 Determinação de Cinzas Totais

A determinação do teor de cinzas totais seguiu a metodologia descrita na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição - Método 5.4.1.5.1 (BRASIL, 2019). Pesou-se, em triplicata, aproximadamente, 3 g da droga vegetal pulverizada, transferindo-a para um cadinho previamente tarado. Os cadinhos com a amostra foram levados ao forno-mufla (Quimis Modelo Q318M) com aumento gradativo da temperatura: 30 minutos a 200°C, 60 minutos a 400°C e 90 minutos a 600°C. Ao final do procedimento, os cadinhos foram resfriados no dessecador e pesados para a determinação das cinzas totais em relação à droga seca ao ar, de acordo com o seguinte cálculo:

$$\% \text{Cinzas Totais} = \frac{\text{Massa Final (gramas)}}{\text{Massa Inicial (gramas)}}$$

#### 4.9 Prospecção Fitoquímica

A triagem fitoquímica das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* Linn. (Urb.) foi realizada baseada na metodologia descrita por MATOS (2009) e pela Sociedade Brasileira de Farmacognosia (SBF). As principais classes de metabólitos secundários pesquisadas foram saponinas, cumarinas, alcaloides, flavonoides, taninos, esteroides, triterpenoides, amido, açúcares redutores e antraquinonas. Para os testes, utilizou-se extratos aquosos, hidroalcoólicos e clorofórmicos das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* Linn. (Urb.), preparados previamente à análise.

##### 4.9.1 Pesquisa de Heterósides Saponínicos

Para pesquisa de saponinas, adicionou-se, em um tubo de ensaio, 2 mL do extrato aquoso a 20% das raízes frescas de *O. macrocarpa*, agitando-o vigorosamente durante 5 minutos. A persistência de um anel de espuma maior ou igual a 1 cm, indica a presença de heterósides saponínicos.

##### 4.9.2 Pesquisa de Cumarinas

O extrato hidroalcoólico das raízes frescas de *O. macrocarpa* foi colocado em uma tira de papel de filtro e, ao seu lado, adicionou-se um padrão conhecido de cumarina. Uma solução alcoólica de KOH 10% foi borrifada sobre o papel e, após seco, este foi analisado em

câmara de luz ultravioleta (UV) em 365 nm e 254 nm. A observação de fluorescência azul ou verde-amarelada na mancha do extrato indica a presença de cumarinas.

#### 4.9.3 Pesquisa de Alcaloides

O extrato aquoso ácido das raízes frescas de *O. macrocarpa* foi preparado utilizando H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1% e separado em cinco tubos de ensaio, cada um contendo 2 mL. Para os testes, foram utilizados 3 gotas dos Reagentes Gerais de Alcaloides (RGA), de acordo como o Quadro 1, em cada um dos tubos. A formação de precipitado floculoso característico em, pelo menos, dois tubos, indica a presença de alcaloides.

**Quadro 1:** Reagentes Gerais de Alcaloides (RGA)

RGA	COMPOSIÇÃO	PRECIPITADO
<b>Dragendorff</b>	Iodo bismutado de potássio	Alaranjado
<b>Mayer</b>	Iodo mercurato de potássio	Branco
<b>Hager</b>	Ácido Pírico	Amarelo
<b>Bertrand</b>	Ácido sílico-túnsztico	Branco
<b>Bouchardad</b>	Iodo-iodeto de potássio	Marrom

Fonte: Sociedade Brasileira de Farmacognosia (<http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/alcaloides.html>)

#### 4.9.4 Pesquisa de Flavonoides

Para pesquisa de flavonoides, utilizou-se o extrato hidroalcoólico das raízes frescas de *O. macrocarpa* na chamada Reação de Shinoda. Em um tubo de ensaio, adicionou-se 2 mL do extrato e 3 fitas de magnésio, seguida de adição lenta de 1 mL de HCl concentrado. O aparecimento ou a intensificação de cor vermelha indicada a presença de flavonóis, flavononas, flavononóis e/ou xantonas.

#### 4.9.5 Pesquisa de Taninos

Em tubo de ensaio, contendo 2 mL do extrato aquoso das raízes frescas de *O. macrocarpa*, foram adicionados 5 gotas de FeCl<sub>3</sub> 1% (Cloroeto Férrico). A formação de precipitado de cor verde é indicativo da presença de taninos condensados ou catéquicos, ao passo que a formação de precipitado de cor azul é indicativo da presença de taninos

hidrolisáveis ou gálicos.

#### **4.9.6 Pesquisa de Esteróides e Triterpenóides**

O extrato clorofórmico das raízes frescas de *O. macrocarpa* foi preparado a partir da maceração da planta em grau e pistilo com o solvente. Para o teste, realizou-se a Reação de Lieberman-Bouchard, em que 2 mL do extrato clorofórmico foi adicionado a um tubo de ensaio, seguido de 1 mL de anidrido acético. Adicionou-se 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado lentamente, pelas paredes do tubo. O aparecimento de cor azul ou verde é indicativo da presença de esteróides livres, e o aparecimento de cor parda ou vermelha indica a presença de triterpenoides pentacíclicos livres.

#### **4.9.7 Pesquisa de Açúcares Redutores**

Para pesquisa de açúcares redutores, adicionou-se 2 mL do extrato aquoso das raízes frescas de *O. macrocarpa* e 1 mL de Reagente Benedict. O tubo foi aquecido posteriormente em bico de Bunsen até a ebulição. O aparecimento de um precipitado cor vermelho-tijolo é indicativo da presença de açúcares redutores.

#### **4.9.8 Pesquisa de Antraquinonas**

Para pesquisa de antraquinonas, realizou-se a Reação de Borntrager com hidrólise ácida prévia. Preparou-se um extrato hidroalcoólico ácido com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 5% das raízes frescas de *O. macrocarpa*, seguido de partição com clorofórmio em tubo de ensaio. Após 3 minutos de extração, a camada clorofórmica foi decantada, adicionando-se 5 mL de NH<sub>4</sub>OH 1:1 (hidróxido de amônio). Promoveu-se uma agitação vigorosa do tubo de ensaio. O aparecimento de coloração vermelha ou rósea na fase aquosa indica a presença de antraquinonas.

#### **4.9.9 Pesquisa de Amido**

Para pesquisa de amido, adicionou-se o extrato aquoso das raízes frescas de *O. macrocarpa* em um tubo de ensaio, seguido de 3 gotas de lugol. O aparecimento de uma cor arroxeada é indicativo da presença de amido.

#### 4.10 Determinação do Índice de Espuma

Para determinação do índice de espuma, ou índice afrosimétrico, seguiu-se a metodologia descrita na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição - Método 5.4.1.8 (BRASIL, 2019). Pesou-se, em triplicata, cerca de 1 g da droga vegetal pulverizada, que em seguida foi transferida para um erlenmeyer, contendo 50 ml de água destilada, mantidos em aquecimento por 30 minutos. Após fervura, preparou-se uma diluição em um balão volumétrico de 100 ml. O conteúdo do balão foi distribuído em 10 tubos de ensaio, contendo sequencialmente volumes de 1 ml até 10 ml, como apresentado na Tabela 1. O conteúdo dos tubos foi completado para 10 ml com água destilada e estes foram agitados vigorosamente durante 15 segundos. Os tubos ficaram em repouso durante 15 min e foi medido, em cada tubo, o comprimento da espuma persistente com uma régua comum. O índice de espuma foi calculado segundo o cálculo abaixo, sendo “A” o volume, em ml, do decocto da droga vegetal usado para preparação da diluição no tubo que se observou a espuma.

$$\text{Índice de Espuma} = \frac{1000}{A}$$

**Tabela 1-** Diluições do extrato aquoso para determinação do Índice de Espuma.

TUBOS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
<b>EXTRATO (ml)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ÁGUA DESTILADA (ml)</b>	9	8	7	6	5	4	3	2	1	-
<b>VOLUME TOTAL (ml)</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fonte: MICHELIN, 2004

#### 4.11 Planejamento Fatorial

Para verificar a influência das variáveis concentração do solvente extrator (solução hidroalcolica 30%, 50% e 70%), o tamanho de partícula da droga vegetal (< 500 µm, entre 500-1000 µm e > 1000 µm) e tempo de extração (2 horas, 4 horas e 6 horas) no processo extrativo, foi aplicado um planejamento fatorial 2<sup>3</sup>, com triplicata em ponto central, o qual gerou onze preparações distintas (Tabela 2 e Tabela 3). Os onze extratos foram obtidos por maceração a 10% (p/v), em que as variáveis dependentes do planejamento corresponderam ao resíduo seco obtido dos extratos e ao teor de polissacarídeos totais, a partir da reação fenol-ácido sulfúrico (DUARTE, 2017; GALVÃO, 2018). Os resultados foram analisados usando o programa Statistica 10® para definir a influência das variáveis.

**Tabela 2-** Planejamento Fatorial 2<sup>3</sup> para os extratos obtidos por maceração de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

FATORES	NÍVEIS		
	-1	0	+1
SOLVENTE	Hidroalcolóico 30%	Hidroalcolóico 50%	Hidroalcolóico 70%
PARTÍCULA	<500 µm	500-1000 µm	> 1000 µm
TEMPO	2 horas	4 horas	6 horas

Fonte: Adaptado de Galvão (2018)

**Tabela 3-** Matriz de Planejamento para obtenção dos extratos por maceração de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

EXPERIMENTOS	SOLVENTE	PARTÍCULA	TEMPO
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	0	0	0
10	0	0	0
11	0	0	0

Fonte: Adaptado de Galvão (2018)

#### 4.12 Determinação do Resíduo Seco

O resíduo seco dos extratos preparados pela matriz de planejamento fatorial foi determinado seguindo metodologia baseada na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição – Método 5.4.2.2.2 (BRASIL, 2019). Pesa-filtros, previamente secos, foram pesados em balança analítica e enumerados de 1 a 11, sendo adicionados 2 ml de cada respectivo extrato produzido. Estes foram levados a secar em estufa, a 105°C, até peso constante. Após o

período de secagem, os pesa-filtros contendo as amostras foram pesados, sendo o resíduo seco expresso em porcentagem (g/ml).

#### **4.13 Análise do Teor de Polissacarídeos Totais por Espectrofotometria-UV/Vis**

Para quantificação dos polissacarídeos totais nos extratos obtidos, foi utilizada uma adaptação da metodologia proposta por Dubois *et al.* (1956) e Galvão *et al.* (2014).

Utilizou-se como padrão a D-maltose (Vetec®), em que foram pesados 25 mg, dissolvidos em água destilada e transferidos para balão volumétrico de 25 ml, completando o volume com água destilada. Uma curva de calibração foi construída (Gráfico 1), variando a concentração do padrão D-maltose de 10 a 100 µg/ml, a fim de garantir a linearidade da análise, bem como obter os teores das amostras analisadas.

Uma alíquota de 3 ml, de cada concentração, foi transferida para um tubo de ensaio, adicionando-se 1 ml de solução de fenol 5% (p/v) e 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram agitados em vórtex e, em seguida, foram realizadas varreduras de cada concentração em espectrofotômetro (Thermo Scientific GENESYS 10S), variando de 400 nm a 800 nm, a fim de confirmar o comprimento de onda que geraria maior absorvância, sendo este o escolhido para a leitura das amostras.

Para os extratos, inicialmente, realizou-se uma diluição na proporção 1:100 em água destilada. Transferiu-se para um tubo de ensaio, uma alíquota de 3 ml do extrato diluído, sendo adicionado 1 ml de solução de fenol 5% (p/v) e 5 ml de ácido sulfúrico concentrado. Os tubos foram agitados em vórtex e, logo em seguida, determinou-se a absorvância no espectrofotômetro (Thermo Scientific GENESYS 10S) destas soluções em 490 nm, sendo utilizada água como branco.

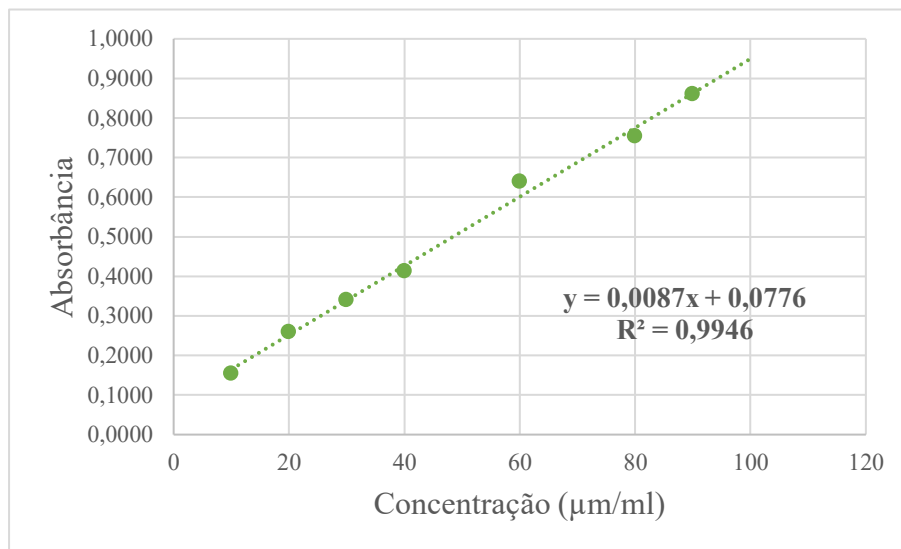
#### **4.14 Perfil Cromatográfico dos Extratos**

Para determinação do perfil cromatográfico dos extratos hidroalcoolicos de *O. macrocarpa*, foi utilizada a técnica de Cromatografia em Camada Delgada (CCD), empregando placas comerciais de alumínio recobertas com sílica gel 60 F254 (Macherey-Nagel, Düren, Alemanha). Foram feitas duas aplicações na placa de cada um dos onze extratos hidroalcoolicos utilizados no planejamento fatorial, um ao lado do outro. Após a aplicação, a placa foi colocada em cuba de vidro previamente saturada com a fase móvel. Utilizou-se como fase móvel acetato de etila : metanol : clorofórmio : ácido acético, na

proporção 5:2:2:1 (v/v/v/v). Ao final da eluição, a cromatoplaça foi revelada com vanilina sulfúrica com posterior aquecimento durante 5 minutos para a visualização das bandas formadas. O Fator de Retenção ( $R_f$ ) das bandas apresentadas foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$R_f = \frac{\text{Distância percorrida pela substância}}{\text{Distância percorrida pela fase móvel}}$$

**Gráfico 1** – Curva de Calibração do padrão D-maltose.



**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Características Macroscópicas das Raízes

A autenticação de uma planta medicinal, ou seja, a correta identificação botânica da matéria-prima, é a primeira etapa do controle da qualidade de matérias-primas vegetais quando o objetivo é o uso da droga vegetal para a produção de medicamentos fitoterápicos. Essa identificação é baseada primeiramente nos caracteres morfológicos externos, quando a planta ou os órgãos vegetais inteiros estão disponíveis (MANFRON, 2021).

As raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. apresentaram-se tuberosas e pivotantes, com tamanhos que variaram de 10 a 25 centímetros, sendo alguns exemplares em formato napiforme (Figura 5A, página 45). As batatas com casca apresentaram coloração castanha, ao passo que apresentaram coloração branco-amarelada quando estas foram retiradas (Figura 5B, página 45).

As secções transversais das amostras permitiram a observação dos discos concêntricos da borda para o centro, que são característicos de *O. macrocarpa*. Os anéis estreitos e escuros foram melhores visualizados após a secagem das batatas (Figura 5C). De acordo com estudo de Michelin (2008), esses anéis dizem respeito às porções das raízes que possuem esclereídes, drusas e as células resinosas, ao passo que as partes adjacentes possuem o parênquima de reserva de amido (MICHELIN, 2008).

As características macroscópicas das raízes de *Operculina macrocarpa* do presente estudo estão de acordo com a descrição presente na monografia da planta na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição (BRASIL, 2019), uma vez que a identificação de drogas vegetais sempre é realizada em comparação com a droga padrão, com descrições presentes em farmacopeias, ou ainda, em literatura especializada (OLIVEIRA; AKISUE; AKISUE, 1991).

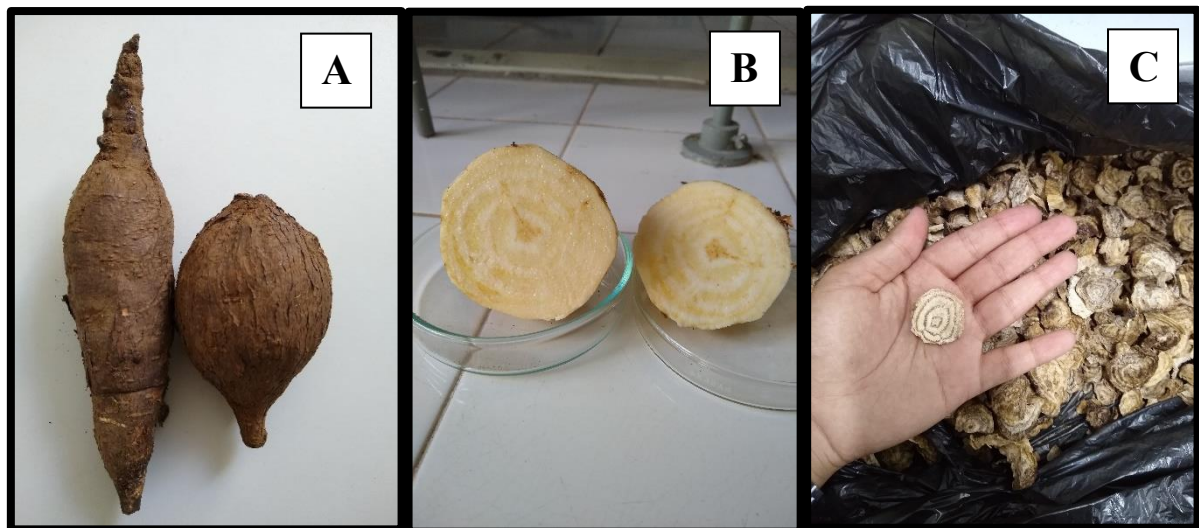
Segundo Manfron (2021), as características morfológicas como única análise não são suficientes para determinar a autenticidade de uma espécie vegetal (MANFRON, 2021). Entretanto, as características observadas juntamente com a exsicata (EAC 65857) depositada no Herbário Prisco Bezerra permitem a certificação botânica do material vegetal utilizado para o presente estudo.

## 5.2 Obtenção da Droga Vegetal

A droga vegetal pode ser definida, de acordo com a RDC nº 26/2014, como “planta medicinal, ou suas partes, que contenham as substâncias responsáveis pela ação terapêutica, após processos de coleta, estabilização, quando aplicável, e secagem, podendo estar na forma íntegra, rasurada, triturada ou pulverizada” (BRASIL, 2014). O rendimento de droga vegetal, em porcentagem, corresponde à quantidade de droga vegetal obtida da planta fresca após secagem em estufa de recirculação de ar até peso constante (PONTES, 2015).

As raízes de *Operculina macrocarpa* utilizadas no estudo apresentaram, aproximadamente, **20,82 %** de rendimento de droga vegetal (Tabela 4, página 46).

**Figura 5:** Exemplos das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. **A.** Amostras frescas com casca; **B.** Amostras frescas sem casca em secção transversal; **C.** Secção transversal seca mostrando os anéis estreitos e escuros.



**Fonte:** Próprio Autor

A obtenção deste resultado mostra-se essencial no conhecimento acerca da quantidade de planta necessária para atender a uma demanda específica, como a produção em larga escala de produtos fitoterápicos ou realização dos ensaios de qualidade (FONSECA, 2005). Por tratar-se de uma raiz, durante a produção da droga vegetal de *O. macrocarpa*, deve-se considerar que as cascas não são utilizadas no processo, o que demandará uma maior quantidade da parte da planta fresca para obter-se uma determinada quantidade de droga vegetal.

**Tabela 4:** Rendimento da Droga Vegetal das Raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

RENDIMENTO DROGA VEGETAL	
Raízes Frescas (g)	3.290
Raízes Secas (g)	685
Rendimento (%)	20,82

Fonte: Elaborada pelo autor.

### 5.3 Determinação do Teor de Umidade da Droga Vegetal

A determinação do teor de umidade em matérias-primas vegetais mostra-se um parâmetro importante, visto que um excesso de umidade pode acarretar na ação de enzimas, que, possivelmente, podem degradar os constituintes ativos de interesse. Além disso, a presença de água pode contribuir também para a proliferação de fungos e bactérias (FARIAS, 2007).

O pó da droga vegetal obtida das raízes de *Operculina macrocarpa* apresentou um teor de umidade de **9,33%**, quando exposto a 105°C por 60 minutos em Determinador de Umidade por Infravermelho. Os resultados dos ensaios realizados, assim como a média e o desvio padrão, podem ser visualizados na Tabela 5. Observa-se ainda que, durante os primeiros 10 minutos da análise, há uma perda brusca de água e outros possíveis compostos voláteis, seguida de uma variação muito pequena entre os valores no tempo restante (Gráfico 2, página 47).

**Tabela 5:** Teor de Umidade da droga vegetal obtida das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. em Determinador de Umidade por Infravermelho.

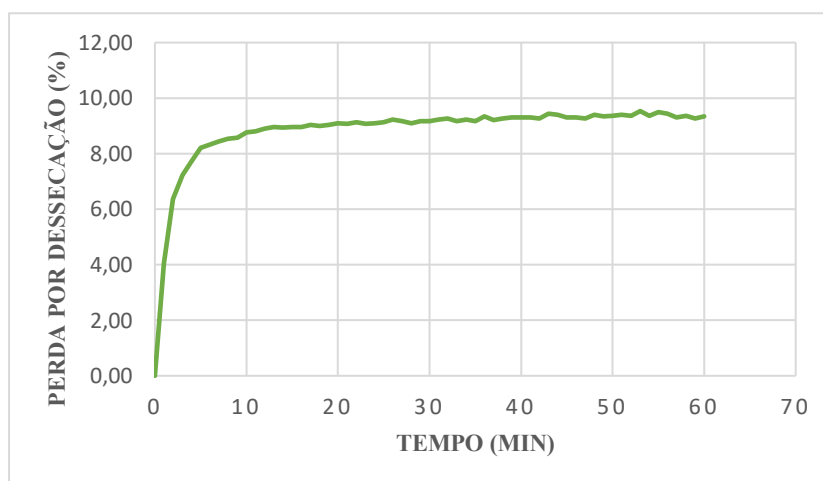
PERDA POR DESSECAÇÃO	
Triplicatas	Umidade Residual (%)
1 <sup>a</sup>	9,60
2 <sup>a</sup>	9,30
3 <sup>a</sup>	9,10
Média	9,33
Desvio Padrão	0,2517

Fonte: Elaborada pelo autor.

Na maioria das Farmacopeias, o teor máximo de umidade varia de 8 a 14%, com raras exceções (FARIAS, 2007). A monografia individual para as raízes de *Operculina macrocarpa*, presente na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição, traz a especificação do teor de umidade de, no máximo, 10%, pelo método gravimétrico (BRASIL, 2019). Embora sejam metodologias distintas, pode-se inferir que a droga vegetal em estudo se encontra adequada às especificações farmacopeicas, bem como é possível confirmar que o processo de secagem foi realizado corretamente.

Estudo realizado por Michelin *et al.* (2010) obteve resultado de 8,09%, utilizando as condições de 110°C por 5 horas em estufa (MICHELIN *et al.*, 2010). Em análise comparativa, é possível afirmar que, no presente estudo, a metodologia utilizada apresentou-se mais rápida e prática, com resultado satisfatório. Borges *et al.* (2005) afirmam que a determinação de água por analisadores de umidade gera resultados exatos e precisos, mas que é necessária uma validação do método para cada matéria-prima vegetal.

**Gráfico 2:** Teor de Umidade da droga vegetal obtida das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. em Determinador de Umidade por Infravermelho.



Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 5.4 Análise Granulométrica da Droga Vegetal

A etapa de trituração de drogas vegetais tem por finalidade a obtenção de partículas reduzidas no tamanho e/ou diâmetro ideal para a finalidade que se deseja (FONSECA, 2005). O Gráfico 3 (página 49) apresenta a distribuição granulométrica obtida do pó da droga vegetal das raízes de *Operculina macrocarpa*, em que é possível perceber que mais da metade

(66,76%) das partículas foi retida nos tamises com maiores abertura de malha, tais como 2000  $\mu\text{m}$ , 1400  $\mu\text{m}$  e 1000  $\mu\text{m}$ .

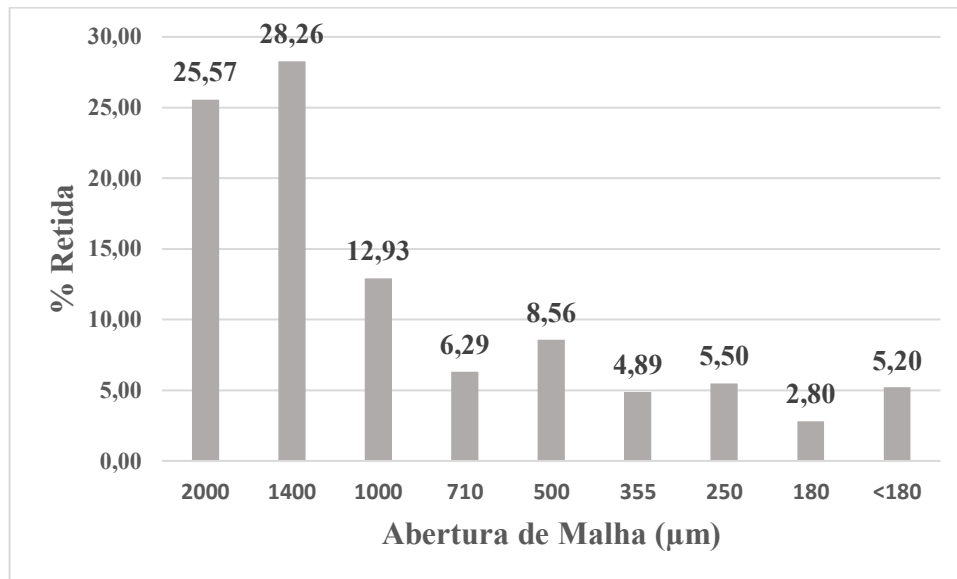
O tamis com abertura de malha de 1400  $\mu\text{m}$  apresentou a maior porcentagem retida de droga vegetal triturada (**28,26%**), o que possibilita a classificação deste pó como **grosso**, de acordo com as especificações da Farmacopeia Brasileira 6ª Edição (BRASIL, 2019). As partículas apresentaram um tamanho médio de 1.160  $\mu\text{m}$  (Tabela 6, página 49).

A análise granulométrica e a determinação do tamanho médio das partículas de drogas vegetais são essenciais, visto que o tamanho das partículas da droga pulverizada influencia diretamente na eficiência no processo extrativo, principalmente, naqueles que envolvem a etapa de filtração, já que pós muito finos (abaixo de 0,125 mm) podem favorecer o entupimento do filtro (HUBINGER; SALGADO; MOREIRA, 2009). Além disso, uma análise realizada incorretamente pode acarretar perdas econômicas decorrentes de produtos de baixa qualidade (CORREIA, 2011).

Durante a produção de extratos vegetais, a penetração do solvente extrator depende da consistência dos tecidos que formam o material vegetal, por isso, é necessário que quanto mais rígido o material, como é o caso das raízes secas analisadas, menor deve ser sua granulometria, já que este parâmetro influencia diretamente na eficiência da extração (FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2007). Entretanto, Fonseca (2005) afirma que, para a preparação de tinturas, pós considerados moderadamente grossos, com diâmetro entre 0,28 a 0,54 mm, são suficientes (FONSECA, 2005).

Estudo realizado por Michelin *et al.* (2010), utilizando um moinho de facas seguido de um moinho de bolas para a trituração das raízes de *O. macrocarpa*, obteve um diâmetro médio de partícula de 0,250 mm. Porém, deve-se levar em consideração que foram utilizados dois tipos diferentes de moinhos, um que age por meio de cortes e outro por meio de impacto e atrito, que tendem a produzir pós mais finos (AULTON; STANIFORTH, 2016).

**Gráfico 3:** Distribuição Granulométrica do pó das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.



Fonte: Elaborada pelo autor.

**Tabela 6:** Distribuição granulométrica do pó das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

Número do Tamis*	Abertura de Malha (mm)	% Retida
10	2,000	25,57
14	1,400	28,26
18	1,000	12,93
25	0,710	6,29
35	0,500	8,56
45	0,355	4,89
60	0,250	5,50
80	0,180	2,80
Coletor	< 0,180	5,20

**Tamanho Médio (mm) = 1,160**

Fonte: Elaborada pelo autor.

\*Classificação ABNT/ASTM

### 5.5 Determinação do Teor de Cinzas Totais

O teor de cinzas totais permite a verificação de impurezas inorgânicas não-voláteis, que podem estar presentes na droga vegetal. Este parâmetro é, ainda, um indicativo da quantidade de sais minerais presentes em uma determinada amostra, em particular, aqueles constituídos por carbonatos, cloretos e diversos tipos de óxidos (FARIAS, 2007; PESTANA, 2017; CASTRO, 2020).

As raízes de *Operculina macrocarpa* apresentaram um teor médio de cinzas totais de **5,70%**, o qual encontra-se dentro da especificação da monografia individual desta planta (no máximo, 9%) presente na Farmacopeia Brasileira 6ª Edição (BRASIL, 2019). A Tabela 7 mostra os valores obtidos em cada triplicata, bem como a média e desvio padrão.

Em trabalho realizado por Michelin *et al.* (2010), o teor de cinzas totais obtido foi de 7,82%, o que releva um maior nível de contaminação por impurezas inorgânicas do que a amostra do presente trabalho, sejam essas impurezas intrínsecas ou extrínsecas à droga vegetal (PESTANA, 2017). Essa variação pode estar atrelada ao fato de que, segundo Dechen e Nachtigall (2006), o conteúdo mineral dos tecidos vegetais é variável e dependente de características como, o tipo de planta, as condições climáticas durante o período de crescimento, a composição química do meio e a idade do tecido. (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

**Tabela 7:** Teor de Cinzas Totais obtido para as raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

<b>Teor de Cinzas Totais</b>	
<b>Triplicatas</b>	<b>Cinzas Totais (%)</b>
<b>1<sup>a</sup></b>	5,69
<b>2<sup>a</sup></b>	5,75
<b>3<sup>a</sup></b>	5,70
<b>Média</b>	5,71
<b>Desvio Padrão</b>	0,0208

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

## 5.6 Prospecção Fitoquímica

As principais classes de metabólitos secundários encontrados na triagem fitoquímica das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* foram taninos, alcaloides, saponinas, esteroides, triterpenoides, amido, açúcares redutores, assim como está representado no Quadro 2. Além disso, também foram observados vestígios para a presença de antraquinonas.

Outros estudos com as raízes de *O. macrocarpa* (MICHELIN, 2004; LUNA *et al.*, 2005; LIMA 2006; SILVA, 2014) encontraram metabólitos secundários semelhantes, entretanto com algumas variações, tais como a presença de flavonoides e cumarinas, que não apresentaram resultado positivo no presente trabalho. Essa variação no conteúdo de metabólitos é influenciada por alguns fatores, que coordenam ou alteram as suas taxas de produção. Gobbo-Neto e Lopes (2007) afirmam que a sazonalidade, a temperatura, o índice pluviométrico, a disponibilidade de água, a radiação ultravioleta, a composição do solo, ataque de patógenos, dentre outros, são os fatores que podem influenciar no conteúdo e na concentração de compostos químicos presentes em uma planta (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

**Quadro 2:** Prospecção Fitoquímica das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

<b>PROSPECÇÃO FITOQUÍMICA</b>	
<b>Metabólito Secundário</b>	<b>Resultado</b>
<b>Alcaloides</b>	+
<b>Taninos</b>	+
<b>Flavonoides</b>	-
<b>Saponinas</b>	+
<b>Cumarinas</b>	-
<b>Esteroides/Triterpenoides</b>	+/+
<b>Amido</b>	+
<b>Antraquinonas</b>	V
<b>Açúcares Redutores</b>	+

**Legenda:** positivo (+); negativo (-); vestígio (V).

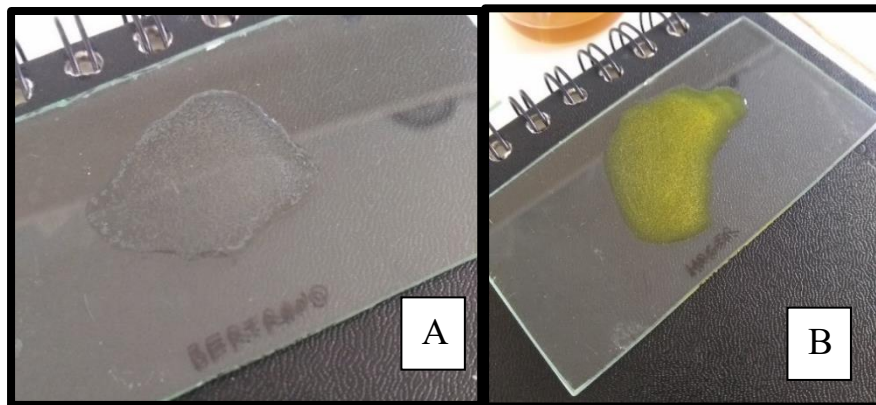
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

### 5.6.1 Alcaloides

A positividade para a classe dos alcaloides foi confirmada pela formação de precipitado nos tubos contendo dois dos RGA, a saber: Bertrand e Hager. Como a visualização em tubos mostrou-se um pouco dificultosa, realizou-se a repetição dos testes em lâminas de vidro para confirmação (Figura 6). Lobo *et al.* (2010) trabalhando com amostras de uma planta do mesmo gênero (*Operculina hamiltonii* (G. Don.) D.F. Austin & Staples) também obteve resultado positivo para a presença de alcaloides (LOBO *et al.*, 2010).

Os alcaloides são compostos nitrogenados farmacologicamente ativos, sendo encontrados, de modo predominante, nas angiospermas. O átomo de nitrogênio desses compostos é oriundo, principalmente, de aminoácidos e os anéis heterocíclicos formados são a base para a sua classificação química (HENRIQUES *et al.*, 2007). Em humanos, os alcaloides atuam como estimulantes ou depressores do sistema nervoso central devido às suas interações com os neurotransmissores (BARRETO, 2018).

**Figura 6:** Teste Positivo para Alcaloide das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. com os reagentes Bertrand (A) e Hager (B).



Fonte: Próprio Autor.

### 5.6.2 Taninos

No teste para taninos, o aparecimento de cor e precipitado verde, além de indicar a sua presença, indica que estes são taninos condensados (Figura 7, página 53). Os taninos, de modo geral, são compostos fenólicos solúveis em água, possuem massa molecular entre 500 e 3000 Da e formam complexos insolúveis em água com alcaloides, gelatina e outras proteínas (SANTOS; MELLO, 2007). Os taninos condensados, também chamados de catéquicos ou

flobatênicos, são formados biossinteticamente pela condensação de subunidades de flavan-3-ol (como as catequinas e epicatequinas), apresentando potenciais atividades antioxidantes, de controle glicêmico, antitumoral, antifibrinolítica, antiviral para hepatite C e antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* (SANTIAGO *et al.*, 2020).

**Figura 7:** Teste Positivo para Taninos Condensados das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

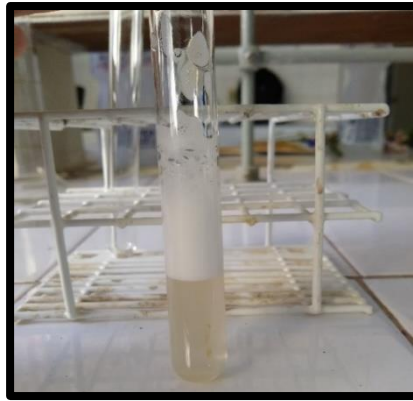


Fonte: Próprio Autor.

### 5.6.3 Saponinas

A persistência do anel de espuma por 15 min releva a positividade para o teste de saponinas (Figura 8, página 54). As saponinas são moléculas anfífilas, que, quando em solução aquosa, formam uma espuma persistente e abundante, semelhante aos outros detergentes (SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2007). Estes metabólitos secundários estão ligados ao sistema de defesa das plantas, sendo indicadas como “fitoprotetoras” por interagirem com os esteróis das membranas. Devido a isso, são compostos encontrados nos tecidos vegetais mais vulneráveis ao ataque fúngico, bacteriano e predatório de insetos (FERNANDES *et al.*, 2019). A literatura relata algumas atividades biológicas para as saponinas, tais como atividade hemolíticas, moluscicida, anti-inflamatória, antifúngica, antibacteriana, antiparasitária, antitumoral e antiviral (WYKOWSKI, 2012).

**Figura 8:** Teste Positivo para Saponinas das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

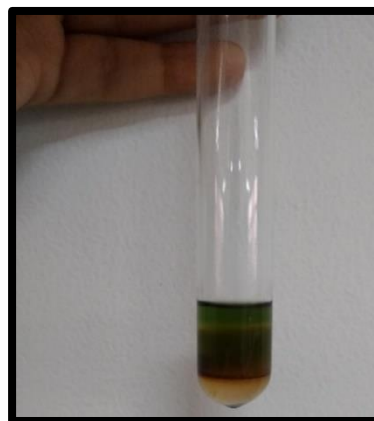


Fonte: Próprio Autor

#### 5.6.4 Esteroides e Triterpenoides

A observação das cores azul e castanha após a Reação de Liebermann-Bouchard é indicativo da presença de compostos da classe dos esteroides e dos triterpenoides livres (Figura 9), respectivamente, ou seja, que não estão conjugados como ésteres ou glicosídeos (AGUIAR, 2022). Os esteroides e triterpenoides apresentam atividade anti-inflamatória, antibacteriana e analgésica (CUNHA *et al.*, 2021), sendo os esteroides um tipo de triterpenoide modificado, que contém um anel tetracíclico, conhecido como cicloartenol, em que a partir dele outros esteroides vegetais são derivados (SOUZA, 2019). Devido à sua presença ser em plantas, os esteroides tem sua nomenclatura alterada para fitoesteroides, que apresentam propriedades farmacológicas como redução da absorção de colesterol, diminuindo o colesterol LDL no sangue e problemas cardiovasculares (CASTRO, 2020).

**Figura 9:** Teste Positivo para Esteroides e Triterpenoides das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.



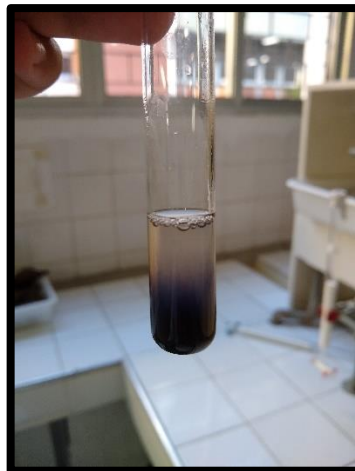
Fonte: Próprio Autor

### 5.6.5 Amido

No teste de amido, foi possível observar uma coloração arroxeada, na qual é indicativo de positividade do teste (Figura 10). O amido é um polissacarídeo de reserva constituído por moléculas de glicose, ligadas através de ligações  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4), formando um polímero linear, a amilose, ou através de ligações  $\alpha$  (1  $\rightarrow$  4) e  $\alpha$  (1 $\rightarrow$  6), formando a amilopectina, que é altamente ramificada (VON POSER, 2007). A Legislação Brasileira faz uma diferenciação entre amido e fécula, em que o primeiro é obtido a partir de órgãos aéreos de vegetais, como frutos, sementes e caules, ao passo que o último é encontrado em órgãos subterrâneos, como raízes, tubérculos e bulbos (DAUDT, 2012). Portanto, para *Operculina macrocarpa*, por se tratar de uma raiz, a nomenclatura mais adequada seria fécula.

Para a Farmacopeia Brasileira 6ª Edição, apenas os amidos obtidos do milho, do arroz, do trigo, da mandioca e da batata são considerados como oficiais (BRASIL, 2019). No entanto, a grande presença de amido nas raízes da batata de purga reflete o seu potencial uso como fonte desse polissacarídeo, sendo necessário o desenvolvimento de estudos de extração, de percentual de amilose e amilopectina, bem como caracterização físico-química, que viabilizem o seu uso na indústria farmacêutica e alimentícia.

**Figura 10:** Teste Positivo para Amido das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.



Fonte: Próprio Autor.

### 5.6.6 Açúcares Redutores

Os monossacarídeos, frutose e glicose, são chamados de açúcares redutores por possuírem em sua estrutura grupos carbonílicos e cetônicos livres, capazes de se oxidarem na presença de agentes oxidantes em soluções alcalinas (SILVA *et al.*, 2003). A presença de precipitado avermelhado no teste indica a presença de açúcares redutores nas raízes de *Operculina macrocarpa* (Figura 11). A presença desses compostos já era esperada, levando-se em consideração a constituição química da resina glicosídica presente nas batatas, rica em moléculas de glicose (LIRA- RICÁRDEZ *et al.*, 2019).

**Figura 11** - Teste Positivo para Açúcares Redutores das raízes frescas de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.



**Fonte:** Próprio Autor.

A determinação de açúcares redutores na indústria alimentícia é bastante comum, especialmente no controle de qualidade e análise de adulterações (DORNEMANN, 2016), ao contrário das plantas medicinais, em que existem poucos dados científicos sobre a presença desses compostos em análises fitoquímicas (MENEZES FILHO; CASTRO, 2019). Pensando em termos do controle de qualidade de *Operculina macrocarpa*, este poderia ser um teste a ser utilizado em análises cotidianas de identificação e/ou adulteração, visto que é barato, rápido e prático.

### 5.7 Determinação do Índice de Espuma

Segundo a Sociedade Brasileira de Farmacognosia, o índice de espuma, ou índice afrosimétrico, corresponde à maior diluição na qual 1 grama de droga vegetal é capaz de

produzir um 1 centímetro de espuma. Por ser um parâmetro semiquantitativo, é possível estimar a concentração de saponinas presentes na droga vegetal (KASSUIA *et al.*, 2019).

A tabela 8 mostra o resultado obtido para as alturas médias da espuma em cada tubo, bem como o índice de espuma médio das raízes de *Operculina macrocarpa*.

Durante o experimento, foi constatada a necessidade de realizar uma segunda diluição em balão volumétrico de 100 ml, tendo em vista a alta concentração de saponinas.

A monografia individual presente na Farmacopeia Brasileira não possui uma especificação quanto ao índice de espuma para *Operculina macrocarpa*. No entanto, determinar esse parâmetro em drogas vegetais que contenham saponinas é importante, visto que ele pode revelar o potencial tóxico desse produto vegetal (CARMEN *et al.*, 2012).

As saponinas são uma classe de metabólitos secundários que apresentam moléculas bastante complexas com alto peso molecular. Esses compostos são glicosídeos de esteroides ou de terpenos policíclicos, que possuem uma parte lipofílica, chamada de aglicona ou sapogenina, e uma parte hidrofílica, constituída por um ou mais açúcares (SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2007; ANDRADE FILHO *et al.*, 2010).

Devido às suas características químicas, as saponinas são capazes de causar a desorganização de membranas biológicas, tais como das células sanguíneas (ação hemolíticas) e das células das brânquias de peixes (ação ictiotóxicas) (SCHENKEL; GOSMANN; ATHAYDE, 2007). Além disso, possuem atividade antibacteriana, antifúngica, repelente e inseticida, sendo tóxicas para herbívoros no geral (ANDRADE FILHO *et al.*, 2010).

**Tabela 8:** Índice de Espuma obtido para as raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

ÍNDICE DE ESPUMA										
Tubo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Espuma (cm)	0,1	0,4	0,6	0,8	0,9	<b>1,0</b>	0,8	0,9	0,9	0,9
<b>IE MÉDIO = 1667</b>										

Fonte: Elaborada pelo autor.

*Operculina macrocarpa* apresentou um índice de espuma médio de 1667, não sendo encontrados outros estudos na literatura que tenham determinado esse parâmetro para a espécie em estudo. Entretanto, o valor obtido apresenta-se superior a outras plantas já estudadas, indicando, com isso, a presença de grandes quantidades de saponinas nas suas raízes. Estudo realizado por Nascimento *et al.* (2020) avaliou o índice de espuma das cascas e

folhas do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), uma planta sabidamente rica em saponinas, obtendo um valor de 500 para as folhas e valores maiores ou iguais a 1000 para as cascas (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Andrade Filho *et al.* (2010) estudando o potencial inseticida do cajuzinho-do-cerrado (*Anarcadium humile* St. Hill), obteve um índice de espuma de 1250, sendo este valor considerado elevado (ANDRADE FILHO *et al.*, 2010).

Em avaliação de toxicidade de *Operculina macrocarpa* frente à *Artemia salina* Lench, Melo *et al.* (2021) obteve uma concentração letal média (CL<sub>50</sub>) de 346,622 µg/mL do extrato bruto seco da planta e, em ensaio toxicológico de fragilidade osmótica eritrocitária, a mesma planta apresentou hemólise de 29,32% nas células. Com isso, os autores classificaram a batata de purga como uma planta tóxica (MELO *et al.*, 2021). Novos estudos que busquem relacionar a atividade tóxica desta planta com presença de saponinas em suas raízes são essenciais, de modo a proporcionar novos cuidados quanto ao uso seu popular e tradicional.

### 5.8 Planejamento Fatorial

O planejamento fatorial 2<sup>3</sup> com ponto central realizado procurou investigar a influência das variáveis tamanho de partícula, tempo de extração e concentração do solvente na resposta dos parâmetros resíduo seco e teor de polissacarídeos totais. Os resultados obtidos para cada extrato de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. produzido podem ser visualizados na Tabela 9 abaixo:

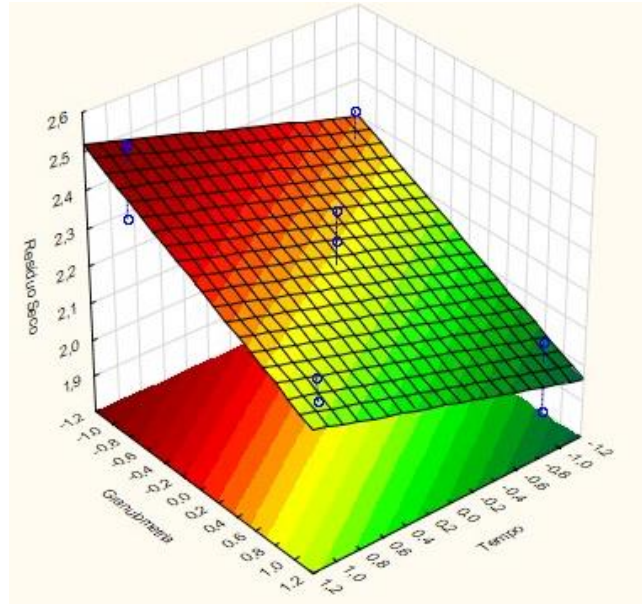
**Tabela 9:** Condições de análise e resultados do planejamento fatorial 2<sup>3</sup> dos extratos das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb.

Extratos	Parâmetros			Resíduo Seco (%)	Teor de PT (mg/ml)
	Solvente	Partícula	Tempo		
1	-1	-1	-1	2,365	6,4874
2	+1	-1	-1	2,055	7,7977
3	-1	+1	-1	2,270	6,4759
4	+1	+1	-1	1,865	7,3494
5	-1	-1	+1	2,330	6,7977
6	+1	-1	+1	2,250	7,4299
7	-1	+1	+1	2,525	6,1885
8	+1	+1	+1	2,190	7,8092
9	0	0	0	2,380	5,6138
10	0	0	0	2,105	5,2920
11	0	0	0	2,300	5,6368

Fonte: Elaborado pelo autor.

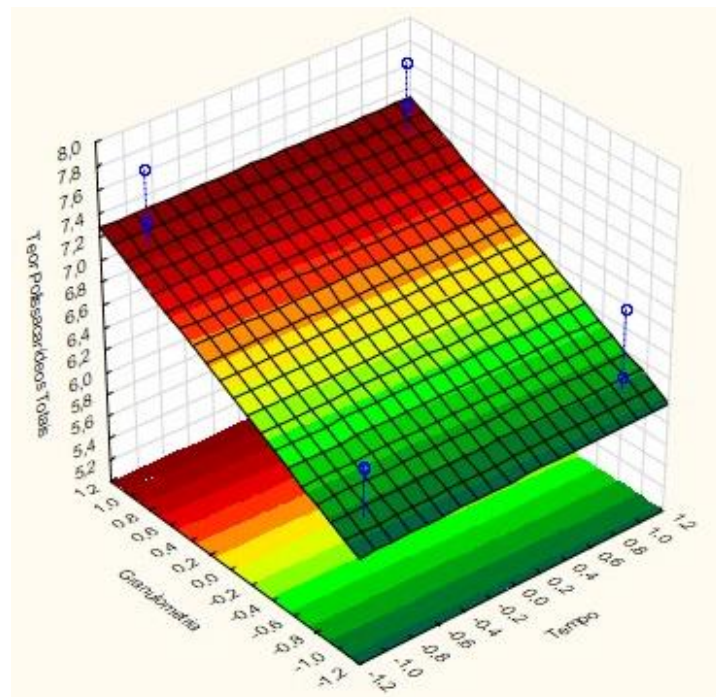
Os gráficos de superfície-resposta e seus modelos matemáticos (Figura 12 e Figura 13) apresentados expressam a relação entre os parâmetros analisados e as variáveis controladas.

**Gráfico 4** - Gráfico de Superfície-Resposta para resíduo seco (%) em função do tempo e da granulometria.



$$\text{Resíduo Seco} = 2,2395 + 0,0925 \times \text{Tempo} - 0,1412 \times \text{Granulometria} + 0,00375 \times \text{Tempo} \times \text{Granulometria}$$

**Gráfico 5** - Gráfico de Superfície de Resposta para Teor de Polissacarídeos Totais (mg/ml) em função do tempo e granulometria.



$$\text{Teor de PT} = 6,6253 + 0,0143 \times \text{Tempo} + 0,5546 \times \text{Granulometria} + 0,0086 \times \text{Tempo} \times \text{Granulometria}$$

A análise estatística dos resultados mostra que dentre as variáveis analisadas, a granulometria influenciou positivamente no resíduo seco, ou seja, as partículas com tamanho maior que 1000  $\mu\text{m}$  produziram maior porcentagem de resíduo seco, sendo a única variável que apresentou significância estatística ( $p < 0,05$ ).

No ensaio de resíduo seco, o resíduo deixado após a evaporação do solvente representa a quantidade de substâncias extraídas (teor de extrativos) por aquele solvente específico em condições de extração preestabelecidas. A determinação do resíduo seco faz parte das diretrizes da OMS e da ANVISA para o controle de qualidade de plantas medicinais, garantindo autenticidade (FERREIRA, 2018), visto que este é um parâmetro que varia de acordo com a espécie, com a parte da planta utilizada, com o solvente extrator, com o tempo de extração e com o método (LIMA, 2018).

Em análise crítica do resultado obtido, este contrasta com Fonseca (2005), o qual afirma que aumentar o grau de divisão de um pó, aumenta-se a superfície total de contato com o solvente extrator, o que aumentaria a velocidade de difusão dos princípios ativos, o que não foi observado no presente estudo. No entanto, o mesmo autor também afirma que um aumento excessivo do tamanho das partículas pode dificultar a passagem do solvente através da droga pulverizada, pela maior tendência em formar aglomerados e diminuição do espaço intersticial, o que demandaria um maior tempo de extração (FONSECA, 2005), fator do estudo que, provavelmente, pode ter sido limitante para o resíduo seco.

A aplicação dos resultados do teor de polissacarídeos totais no planejamento fatorial realizada permitiu observar que as variáveis nas condições escolhidas não apresentaram influência estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). Entretanto, pelo gráfico de superfície de resposta, é possível inferir que a granulometria também demonstrou influência positiva sobre o teor de polissacarídeos totais, visto que maior tamanho de partícula, permitiu o aumento da resposta.

Segundo Michelin (2008), as células resinosas, que contém a resina glicosídica de *Operculina macrocarpa*, estão presente nos anéis escuros e estreitos da batata (MICHELIN, 2008), os quais, durante a trituração, podem ter sido direcionados aleatoriamente para as partículas de maior tamanho, explicando a relação percebida pelo planejamento fatorial.

### 5.9 Perfil Cromatográfico por Cromatografia em Camada Delgada

A cromatografia em camada delgada (CCD) é uma técnica que tem por objetivo realizar uma caracterização prévia dos extratos pela determinação do perfil cromatográfico qualitativo, em que é possível obter o número, a cor e o fator de retenção (Rf) após a análise em sistemas diferentes de eluentes, associados aos reveladores específicos (RODRIGUES; SOUZA FILHO; FERREIRA, 2009).

A cromatoplaça obtida dos onze extratos hidroalcoólicos de *Operculina macrocarpa* pode ser visualizada na Figura 14 (página 62), em que é possível observar a separação de duas bandas distintas após a revelação com vanilina sulfúrica. Percebe-se ainda que algumas substâncias ainda permaneceram na origem, indicando que não foram arrastadas completamente pela fase móvel utilizada.

As bandas observadas apresentaram Rf de 0,2 (bandas inferiores) e 0,3 (bandas superiores), de modo que é possível afirmar que todos os extratos possuem esses dois metabólitos, tendo em vista os mesmos valores de Rf. De acordo com Degani, Cass e Vieira (1998), o fator de retenção (Rf) é um dos parâmetros mais importantes de uma CCD, em que os valores ideais devem variar de 0,4 a 0,6 (DEGANI; CASS; VIEIRA, 1998).

A fase móvel utilizada apresentou polaridade mediana dentre várias outras tentativas, sendo esta escolhida, uma vez que apresentou poder de eluição maior em relação à polaridade da fase estacionária. Já o ácido acético utilizado seguiu a proposta de Lacerda (2022), a fim de melhorar a resolução sem coeluição e diminuir a assimetria e o fator de cauda (LACERDA, 2022).

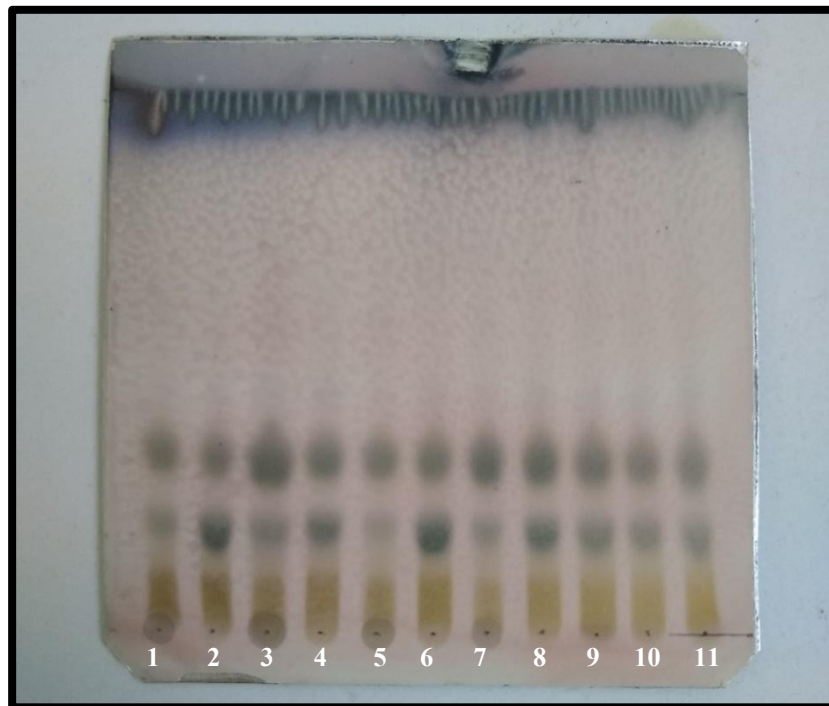
O revelador vanilina sulfúrica pode ser considerado um revelador universal, visto que é capaz de revelar grande parte das classes de substâncias químicas existentes, classificados como princípios amargos (LIMA, 2014), sendo especialmente sensível à presença de álcoois e terpenóides (MENEZES FILHO; CASTRO; SANTOS, 2021).

Após a revelação, foi possível observar manchas de cores arroxeadas e uma calda de cor amarela na cromatoplaça. Levando-se em consideração a intensidade da cor observada, os extratos 2, 4, 6 e 8 apresentaram cor mais intensa nas bandas inferiores, indicando possivelmente maiores concentrações desse metabólito. Esses extratos correspondem àqueles que foram produzidos com solvente hidroalcoólico a 70%, o qual pode ter facilitado a extração do composto em questão.

De acordo com Filizola (2003), moléculas terpênicas de baixo peso molecular apresentam manchas com coloração predominantemente entre o azul e o violeta e alguns

iridóides (glicosídeos de monoterpenos modificados) produzem uma coloração violácea quando revelados com vanilina sulfúrica (FILIZOLA, 2003). Segundo Arruda (2009), a presença de saponinas pode ser percebida pela formação de manchas amarelo-acinzentadas. (ARRUDA, 2009).

**Figura 12** - Cromatoplaça dos extratos das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. após revelação com vanilina sulfúrica.



**Fonte:** Próprio Autor.

## 6. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos do presente estudo, pode-se concluir que:

- Foi possível confirmar a autenticidade do material vegetal através da certificação botânica e das características macroscópicas de acordo com as especificações farmacopeicas, garantindo que as raízes utilizadas tratavam-se realmente de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb., evitando sua confusão botânica com outras espécies.
- As raízes de *Operculina macrocarpa* apresentaram baixo rendimento de droga vegetal, o que demonstra a necessidade de maiores quantidades da batata fresca para obtenção de uma determinada massa de batata seca.
- A droga vegetal obtida a partir das raízes de *Operculina macrocarpa* apresentou-se adequada aos parâmetros de qualidade analisados, assegurando que esta poderia ser utilizada em etapas posteriores, como a produção de extratos e outros derivados vegetais.
- O índice de espuma obtido, além de inédito para a espécie em estudo, é indicativo de altas concentrações de saponinas nas raízes de *Operculina macrocarpa*, fazendo-se necessário novos estudos que investiguem o possível potencial tóxico e/ou farmacológico desta planta medicinal.
- A prospecção fitoquímica das raízes de *Operculina macrocarpa* estudadas apresentou taninos, alcaloides, saponinas, esteroides, triterpenoides, amido e açúcares redutores como metabólitos secundários, que servem de direcionamento para etapas posteriores de análises mais específicas e robustas.
- A variável “granulometria” apresentou influência positiva sobre a determinação do resíduo seco dos extratos de *Operculina macrocarpa* no planejamento fatorial aplicado.
- As variáveis tempo, solvente e granulometria do planejamento fatorial aplicado não apresentaram influência significativa sobre o teor de polissacarídeos totais dos extratos analisados, indicando que novas condições, ou mesmo, novas variáveis devem ser testadas.
- O perfil cromatográfico dos extratos hidroalcoólicos mostrou a presença de duas bandas, de coloração arroxeadas, que representam dois metabólitos distintos, mas presentes em todos os onze extratos analisados. A maior concentração do metabólito mais polar nos extratos 2, 4, 6 e 8 pode estar relacionada à maior

extração pelo solvente hidroalcoólico a 70%. O isolamento desses compostos e análises futuras por outras técnicas analíticas mais robustas, como Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, ou mesmo, Ressonância Magnética Nuclear (RMN) são essenciais para a continuação do estudo farmacológico das raízes de *Operculina macrocarpa*.

- O presente estudo cumpriu com seu objetivo principal de contribuir com o conhecimento farmacognóstico das raízes de *Operculina macrocarpa* (Linn.) Urb. coletadas no Horto de Plantas Mediciniais Francisco José de Abreu Matos, sendo o primeiro passo para futuros estudos de composição química, de atividade farmacológica e de validação do uso tradicional desta planta, especialmente, no contexto das Farmácias Vivas.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, W.S. **Estudo químico-biológico das espécies *Coutarea hexandra* (Rubiaceae) e *Annona rugulosa* (Annonaceae)**. 2022. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Parnaíba, 2022. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/969>. Acesso em: 30 out. 2022.
- ALLEN JUNIOR, L.V.; POPOVICH, N.G.; ANSEL, H.C. **Formas Farmacêuticas e Sistema de Liberação de Fármacos**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p. 336 – 380.
- ALMEIDA, M.Z. **Plantas Medicinais: abordagem histórico-contemporânea**. 3. ed. Salvador: Edufba, 2011. 221 p. (p. 34-36). ISBN 978-85-232-1216-2. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/xf7vy/pdf/almeida-9788523212162-03.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2021.
- ANDRADE FILHO, N.N. *et al.* Toxicidade do extrato aquoso das folhas de *Anacardium humile* para *Bemisia tuberculata*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1689-1694, 20 ago. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782010005000125>. Acesso em: 26 out. 2022.
- ARRUDA, A.L.A. **CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DE ATIVIDADE BIOLÓGICA DE *Jacaranda cuspidifolia* Mart. (BIGNONIACEAE)**. 2009. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/7977>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- AULTON, M.E.; STANFORTH, J.N. Redução do tamanho de partículas e separação por tamanho. In: AULTON, M.E.; TAYLOR, K.M. G. (ed.). **Aulton: delineamento de formas farmacêuticas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. p. 329-360.
- BARRETO, J.K.M. **PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ALCALOIDES DA *AYAHUASCA***. 2018. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/201472>. Acesso em: 26 out. 2022.
- BELO, D.P. *et al.* Convolvulaceae de Pernambuco, Brasil I: camonea, daustinia, distimake e operculina. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 1, p. 1-13, 16 nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071111>. Acesso em: 11 dez. 2021.
- BORGES, D.B. *et al.* Comparação das metodologias da Farmacopéia Brasileira para determinação de água em matérias-primas vegetais, e validação da determinação de água em analisador de umidade para *Calendula officinalis* L., *Foeniculum vulgare* Miller, *Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek e *Passiflora alata* Curtis. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 229-236, set. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2005000300013>. Acesso em: 2 out. 2022.

BORGES, K.C.A.S. *et al.* **Identificação botânica e lâminas histológicas**. Volta Redonda: Editora Foa, 2016. 72 p. ISBN: 978-85-5964-007-6. Disponível em: [http://editora.unifoa.edu.br/downloads/Identificacao\\_botanica.pdf](http://editora.unifoa.edu.br/downloads/Identificacao_botanica.pdf). Acesso em: 11 dez. 2021.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 3. ed. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. (p. 77-76).

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/politica\\_nacional\\_fitoterapicos.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_fitoterapicos.pdf). Acesso em: 27 dez. 2021.

BRASIL, **RDC nº 26, de 13 de maio de 2014**. Dispõe sobre o registro de Medicamentos Fitoterápicos (MF) e o registro e a notificação de Produtos Tradicionais Fitoterápicos (PTF). Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 14 mai. 2014. Disponível em: [https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauolegis/anvisa/2014/rdc0026\\_13\\_05\\_2014.pdf](https://bvsm.sau.gov.br/bvs/sauolegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf). Acesso em: 27 dez. 2021.

BRASIL, **RDC nº 48 de 16 de março de 2004**. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 18 mar 2004. Disponível em: [https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/28/pdf\\_20](https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/28/pdf_20). Acesso em: 27 dez. 2021.

BRASIL. Farmacopeia Brasileira. 6. ed. Brasília: ANVISA, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Decreto nº 5.813, de 22 de junho de 2006**. Aprova Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jun. 2006. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2004-2006/2006/Decreto/D5813.htm). Acesso em: 27 dez. 2021.

CARMEN, C.D. *et al.* Glycyrrhiza glabra and Glycyrrhiza echinata — Sources of Low Hemotoxic Saponins. **Acta Medica Marisiensis**, [S.L], v. 58, n. 3, p. 150-152, maio 2012. Disponível em: <https://actamedicamarisiensis.ro/wp-content/uploads/2015/09/2012-3-4.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

CASTRO, M.A. **Avaliação do potencial fitoquímico das folhas de Eucalyptus tereticornis Smith (myrtaceae) do semiárido nordestino ocorrente no Ceará**. 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53420>. Acesso em: 15 out. 2022.

CORREIA, L.P. **Obtenção e padronização química e biológica de pós de plantas medicinais de diferentes tamanhos de partículas**. 2011. 115 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3287>. Acesso em: 25 set. 2022.

CUNHA, G.H. **Avaliação da eficácia terapêutica da tintura de jalapa no tratamento da constipação intestinal funcional**. 2009. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Farmacologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/2363>. Acesso em: 30 dez. 2021.

CUNHA, H.R. *et al.* Screening fitoquímico, análise citotóxica e antimicrobiana do extrato das folhas de *Annona muricata* L. (1753) (Annonaceae). In: ALMEIDA, S.S.M.S.; FARIAS, A.L.F.; CANTUÁRIA, P.C. **PLANTAS MEDICINAIS DO ESTADO DO AMAPÁ: dos relatos da população à pesquisa científica**. Amapá: Editora Científica Digital, 2021. p. 208-219. Disponível em: 10.37885/210303480. Acesso em: 30 out. 2022.

CUNICO, M.W.M. *et al.* PLANEJAMENTO FATORIAL: uma ferramenta estatística valiosa para a definição de parâmetros experimentais empregados na pesquisa científica. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 23-32, 30 jun. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v9i1.14635>. Acesso em: 27 dez. 2021.

DAUDT, R.M. **Estudo das propriedades do amido de pinhão visando a sua utilização como excipiente farmacêutico**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/56595>. Acesso em: 30 out. 2022.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M.S. (ed.). **Nutrição Mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 327-354.

DEGANI, A.L.G.; CASS, Q.B.; VIEIRA, P.C. Cromatografia: um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 21-25, maio 1998. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/actual.pdf>. Acesso em: 3 nov. 2022.

DORNEMANN, G.M. **Comparação de Métodos para Determinação de Açúcares Redutores e Não-redutores**. 2016. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/143940/000998082.pdf?seq>. Acesso em: 2 nov. 2022.

DUARTE, A.B.S. **Desenvolvimento de uma formulação pediátrica anti-helmíntica: : supositório contendo extrato de operculina macrocarpa**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/3129>. Acesso em: 24 dez. 2021.

DUBOIS, M. *et al.* Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 350-356, 1 mar. 1956. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/ac60111a017>. Acesso em: 20 set. 2022.

ELISABETSKY, E. Etnofarmacologia. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 55, n. 3, p. 35-36, jul/set. 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n3/a21v55n3.pdf>. Acesso em: 30 dez. 2021.

- FALKENBERG, M.B.; SANTOS, R.I.; SIMÕES, C.M.O. Introdução à Análise Fitoquímica. In: SIMÕES, C.M.O. *et al* (org.). **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 231-245.
- FARIAS, M.R. Avaliação da Qualidade de Matérias-Primas Vegetais. In: SIMÕES, C. M. O. *et al* (org.). **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 263-288.
- FERNANDES, B.F. *et al*. ESTUDO ETNOFARMACOLÓGICO DAS PLANTAS MEDICINAIS COM PRESENÇA DE SAPONINAS E SUA IMPORTÂNCIA MEDICINAL. **Revista de Saúde da Ajes**, Juína, v. 5, n. 9, p. 16-22, jul. 2019. Disponível em: <https://revista.ajes.edu.br/index.php/sajes/article/view/302/0>. Acesso em: 27 out. 2022.
- FERREIRA, A.L.S.; PASA, M.C.; NUNEZ, C.V. A etnobotânica e o uso de plantas medicinais na Comunidade Barreirinho, Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil. **Interações**, Campo Grande, v. 21, n. 4, p. 817-830, 14 dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.20435/inter.v21i4.1924>. Acesso em: 29 dez. 2021.
- FERREIRA, A.L.S. **ETNOFARMACOBOTÂNICA E OS SABERES TRADICIONAIS NA COMUNIDADE BARREIRINHO, SANTO ANTÔNIO DO LEVERGER - MT, BRASIL**. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2018. Disponível em: <http://ri.ufmt.br/handle/1/2655>. Acesso em: 30 dez. 2021.
- FERREIRA, G.D. **Desenvolvimento de tintura de mulungu (*Erythrina velutina*) para a farmácia escola Manoel Casado de Almeida**. 2018. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Farmácia, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/6670>. Acesso em: 1 nov. 2022.
- FERRIER, D. R. Introdução aos Carboidratos. In: FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019. p. 83-90.
- FILIZOLA, L.R.S. **Estudo Farmacognóstico de Vernonia brasiliana (L.) Druce (Asteraceae) e determinação de sua Atividade Biológica**. 2003. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3400>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- FIRMO, W.C.A. *et al*. Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Cadernos de Pesquisa**, São Luís, v. 18, p. 90-95, dez. 2011. Disponível em: <http://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/746>. Acesso em: 28 dez. 2021.
- FONSECA, S. G. C. **Farmacotécnica de Fitoterápicos**. 1. Ed. 2005. Disponível em: [www.farmacotecnicaufc.com.br](http://www.farmacotecnicaufc.com.br). Acesso em: 30 de. 2021.
- FONTELLES, M. J. *et al*. METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. **Revista Paraense de Medicina**, Belém, v. 23, n. 3, p. 1-8, 30 set. 2009. Disponível em: <http://files.bvs.br/upload/S/0101->

5907/2009/v23n3/a1967.pdf. Acesso em: 29 dez. 2021.

GALVÃO, M.A.M. *et al.* Validation of a spectrophotometric methodology for the quantification of polysaccharides from roots of *Operculina macrocarpa* (jalapa). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 24, n. 6, p. 683-690, nov. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2014.10.008>. Acesso em: 9 dez. 2021.

GALVÃO, W. R. A. **Avaliação do potencial farmacológico dos brotos de Myracrodruon urundeuva Allemão (aroeira-do-sertão) como insumo farmacêutico.** 2018. 172 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/35402>. Acesso em: 24 dez. 2021.

GAO, L. *et al.* A standardized method for the quantification of polysaccharides: an example of polysaccharides from *tremella fuciformis*. **LWT**, [S.L.], v. 167, p. 113860, set. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113860>. Acesso em: 20 set. 2022.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 374-381, abr. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200026>. Acesso em: 25 out. 2022.

HENRIQUES, A. T. *et al.* Alcaloides: generalidades e aspectos básicos. In: SIMÕES, C.M.O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2007. p. 765-791.

HUBINGER, S. Z.; SALGADO, H. R. N.; MOREIRA, R. R. D.. Controles físico, físico-químico, químico e microbiológico dos frutos de *Dimorphandra mollis* Benth., Fabaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 19, n. 3, p. 690-696, set. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000500007>. Acesso em: 2 out. 2022.

KASSUIA, Y. S. *et al.* Aprimoramento e adaptação de método prático e rápido para estimar a quantidade de saponinas em extratos de polpa de frutos de erva-mate. **Embrapa: Comunicado Técnico nº 435**, Colombo, p. 1-9, ago. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/201235/1/CT-435-1669-final.pdf>. Acesso em: 25 out. 2022.

LACERDA, C.G.S. **Desenvolvimento e validação de fingerprint por cromatografia em camada delgada para o extrato hidroetanólico das folhas de Moringa oleifera.** 2022. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/46031>. Acesso em: 4 nov. 2022.

LIMA, B.T.M. **CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, EFICÁCIA ANTIMICROBIANA E DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOQUÍMICOS DE TINTURA DE PEGA-PINTO (Boerhavia diffusa L.).** 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2018. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/22898>. Acesso em: 2 nov. 2022.

LIMA, L. A. M. **Avaliação química e biológica de extratos obtidos de espécies vegetais da Flora Amazônica como novos agentes antimaláricos**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2014. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/5007>. Acesso em: 5 nov. 2022.

LIMA, L. R. **Tecnologia de obtenção de comprimidos à base de resina/extrato de Jalapa do Brasil (*Operculina macrocarpa* (L.) Urban)- e validação da metodologia analítica**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Departamento de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3633>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LIRA-RICÁRDEZ, J. *et al.* Resin Glycosides from the Roots of *Operculina macrocarpa* (Brazilian Jalap) with Purgative Activity. **Journal Of Natural Products**, [S.L.], v. 82, n. 6, p. 1664-1677, 12 jun. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.9b00222>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LÔBO, K. M. S *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana e prospecção fitoquímica de *Solanum paniculatum* Lam. e *Operculina hamiltonii* (G. Don) D. F. Austin & Staples, do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Maringá, v. 12, n. 2, p. 227-235, jun. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722010000200016>. Acesso em: 25 out. 2022.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas Mediciniais do Nordeste brasileiro**: nativas e exóticas. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. (P. 220 - 221).

LUNA, J. S. *et al.* A study of the larvicidal and molluscicidal activities of some medicinal plants from northeast Brazil. **Journal Of Ethnopharmacology**, [S.L.], v. 97, n. 2, p. 199-206, fev. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.10.004>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MACENA, L.; VILA, N. Etnobotânica e a adoção de práticas agroecológicas segundo a percepção dos assentados do assentamento Palmares. **Biodiversidade**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 50-66, 2 abr. 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/9991>. Acesso em: 29 dez. 2021.

MAGALHÃES, K.N. **Plantas Mediciniais do Nordeste brasileiro**: etnofarmacopeia do professor francisco josé de abreu matos. 2019. 220 f. Tese (Doutorado) - Doutorado em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/42962>. Acesso em: 29 dez. 2021.

MANFRON, J. Farmacobotânica: uma ferramenta importante para a detecção de adulterações em matérias-primas vegetais. In: BARATTO, L.C (org.). **A farmacognosia no Brasil [livro eletrônico]**: memórias da Sociedade Brasileira de Farmacognosia. Petrópolis: Ed. do Autor, 2021. Cap. 12. p. 259-279.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MARQUES, L.C. Preparação de Extratos Vegetais. **Jornal Brasileiro de Fitomedicina**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 74-76, jun. 2005.

MATOS, F.J.A. **Farmácias Vivas**. 4. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2002. p. 93-96.

MATOS, F.J.A. **Introdução à Fitoquímica Experimental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009. 150 p.

MELO, E.R.D. *et al.* Avaliação toxicológica através do bioensaio com *Artemia salina* Leach e determinação da fragilidade osmótica eritrocitária de espécimes vegetais pertencentes à Caatinga. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.7, p.71959-71976, 2021.

MENEZES FILHO, A.C.P.; CASTRO, C. F. S. Análise Fitoquímica dos Extratos Etanólicos de *Euphorbia splendens* (Borjer ex. Hooke) e *Hyptis suaveolens* (L.) Poit. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 98-103, 9 dez. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2019v23n2p98-103>. Acesso em: 3 nov. 2022.

MENEZES FILHO, A. C. P.; SANTOS, M.C.; CASTRO, C.F.S. Phytochemical, physicochemical and biological prospecting of the hydroethanolic floral extract of [*Tabebuia impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.]. **Online Perspectives: Biological & Health**, Campo dos Goytacazes, v. 11, n. 36, p. 1-25, mar. 2021. Disponível em: [https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas\\_e\\_saude/article/view/2102/2019](https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/2102/2019). Acesso em: 15 nov. 2022.

MENTZ, L. A.; BORDIGNON, S. A. L. Nomenclatura botânica, classificação e identificação de plantas medicinais. In: SIMÕES, C.M.O. *et al* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 211-227.

MICHELIN, D. C.; SALGADO, H. R. N. Avaliação da atividade laxante de *Operculina macrocarpa* L. Urban (Convolvulaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 105-109, set. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2004000200003>. Acesso em: 27 dez. 2021.

MICHELIN, D. C. *et al.* Controle de qualidade da raiz de *Operculina macrocarpa* (Linn) Urb., Convolvulaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 18-22, mar. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2010000100005>. Acesso em: 25 out. 2022.

MICHELIN, D. C. **ANÁLISE FITOQUÍMICA E ENSAIOS BIOLÓGICOS DA RAIZ DE *Operculina macrocarpa* (L.) Urb. (CONVOLVULACEAE)**. 2004. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2004. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-8492/analise-fitoquimica-e-ensaios-biologicos-da-raiz-de-operculina-macrocarpa-l-urb-convolvulaceae>. Acesso em: 9 dez. 2021.

MICHELIN, D.C. **ESTUDO QUÍMICO- FARMACOLÓGICO DE Operculina macrocarpa L. Urb. (CONVOLVULACEAE)**. 2008. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Araraquara, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102459>. Acesso em: 9 dez. 2021.

NASCIMENTO, A. M. *et al.* Ziziphus joazeiro, a Saponin-Rich Brazilian Medicinal Plant: pharmacognostic characterization of bark and leaves. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 30, n. 6, p. 756-764, 5 nov. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s43450-020-00109-2>. Acesso em: 26 out. 2022.

NEVES, C.F.C.; SCHVARTZMAN, M.M.A.M.; JORDÃO, E. Técnica para seleção de variáveis aplicada à separação de gases. **Química Nova**, [S.L.], v. 25, n. 2, p. 327-329, maio 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000200022>. Acesso em: 27 dez. 2021.

NIELSEN, S. S. Phenol-Sulfuric Acid Method for Total Carbohydrates. In: NIELSEN, S. S. **Food Analysis Laboratory Manual**. 2. ed. New York: Springer, 2010. p. 47-54.

NOVAES, C.G. *et al.* Optimization of Analytical Methods Using Response Surface Methodology - Part I: process variables. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 1184-1215, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170070>. Acesso em: 27 dez. 2021.

OLIVEIRA, A.H. **Tecnologias de produção e controle de qualidade da matéria-prima vegetal, obtida a partir das folhas de Poincianella pyramidalis (TUL.) LP QUEIROZ**. 2017. 118 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Inovação Tecnológica em Medicamentos, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/11240>. Acesso em: 26 dez. 2021.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G.; AKISUE, M.K. **Farmacognosia**. São Paulo: Atheneu, 1991. 412 p.

PEDROSO, R.S.; ANDRADE, G.; PIRES, R.H. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 31, n. 2, p. 1-19, maio 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312021310218>. Acesso em: 24 dez. 2021.

PERALTA-ZAMORA, P.; MORAIS, J.L.; NAGATA, N. Por que otimização multivariada? **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 106-110, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522005000200003>. Acesso em: 27 dez. 2021.

PEREDA-MIRANDA, R. *et al.* Pore-Forming Activity of morning glory resin glycosides in model membranes. **Revista Latinoamericana de Química**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 144-154, ago. 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/238082611\\_PoreForming\\_Activity\\_of\\_morning\\_glory\\_resin\\_glycosides\\_in\\_model\\_membranes](https://www.researchgate.net/publication/238082611_PoreForming_Activity_of_morning_glory_resin_glycosides_in_model_membranes). Acesso em: 20 dez. 2021.

PEREDA-MIRANDA, R. *et al.* Profiling of the Resin Glycoside Content of Mexican Jalap Roots with Purgative Activity. **Journal Of Natural Products**, [S.L.], v. 69, n. 10, p. 1460-1466, 1 out. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np060295f>. Acesso em: 28 dez. 2021.

PEREDA-MIRANDA, R. A viagem da jalapa desde a Vera Cruz mexicana até o jalapão brasileiro. **A Flora**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 4-7, ago. 2021. Disponível em: <https://www.revista-aflora.com.br/ano1-vol3>. Acesso em: 20 dez. 2021.

PEREIRA, F.; PEREIRA-FILHO, E. APLICAÇÃO DE PROGRAMA COMPUTACIONAL LIVRE EM PLANEJAMENTO DE EXPERIMENTOS: um tutorial. **Química Nova**, [S.L.], v. 41, n. 9, p. 1061-1071, jun. 2018. Disponível em: [http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=6808](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6808). Acesso em: 28 dez. 2021.

PESTANA, G.S. **Determinação dos teores de umidade, cinzas e minerais nas folhas da espécie *Arrabidaea chica* (Humb. & Bonpl.) B. Verlot em cultivo orgânico**. 2017. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/123456789/1393>. Acesso em: 10 out. 2022.

PINTO, A. C. *et al.* Produtos naturais: atualidade, desafios e perspectivas. **Química Nova**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 45-61, maio 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800009>. Acesso em: 29 dez. 2021.

PONTES, A.G.O. **Estudo farmacognóstico das raízes de ipeca-da-praia (*Pombalia calceolaria* (L.) Paula-Souza): aspectos botânicos, químicos e farmacológicos**. 2015. 94 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/16370>. Acesso em: 23 dez. 2021.

REZENDE, A.A. *et al.* Coleta, Herborização e Identificação de Espécies Vegetais. In: AMBRÓSIO, S.R.; EMERY, F.S.; FURTADO, N.A.J.C.; MARCHETTI, J.M.; VENEZIANI, R.C.S. (ed.). **Farmacognosia**. São Paulo: Atheneu, 2017. p. 103-116.

ROCHA, L.P.B. *et al.* Uso de plantas medicinais: histórico e relevância. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 1-11, 5 ago. 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18282>. Acesso em: 28 dez. 2021.

RODRIGUES, I.M.C.; SOUZA FILHO, A.P.s.; FERREIRA, F.A.. Estudo fitoquímico de *Senna alata* por duas metodologias. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 507-513, ago. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582009000300011>. Acesso em: 4 nov. 2022.

SANTIAGO, M.C.P.A. *et al.* Análise e caracterização de taninos condensados por cromatografia líquida. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 61446-61462, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n8-533>. Acesso em: 27 out. 2022.

SANTOS, L.K.X. **Estudo de toxicologia clínica da tintura de Jalapa na constipação intestinal**. 2009. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/2493>. Acesso em: 19 dez. 2021.

SANTOS, R.I. Metabolismo Básico e Origem dos Metabólitos Secundários. In: SIMÕES, C.M.O. *et al* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2007. p. 403-434.

SANTOS, S.C.; MELO, J.C.P. Taninos. In: SIMÕES, SIMÕES, C.M.O. *et al* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 615-656.

SAPONINAS, Sociedade Brasileira de Farmacognosia, 2009. Disponível em: <http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/saponinas.html> Acesso em: 25 out. 2022.

SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.O. *et al* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2007. p. 711-740.

SILVA, C.R.O. **Metodologia e organização do projeto de pesquisa: guia prático..** Fortaleza: Edições UFC, 2004. 34 p.

SILVA, C.F. *et al*. Acute and sub-chronic toxicity study of the extract and powder of *Operculina macrocarpa* (L.) Urb. in mice. **African Journal Of Biotechnology**, [S.L.], v. 15, n. 51, p. 2776-2783, 21 dez. 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5897/ajb2016.15669>. Acesso em: 13 dez. 2021.

SILVA, C.F. **Eficácia da batata de purga (*Operculina macrocarpa* (L) Urb.) incorporada a blocos multinutricionais sobre nematódeos gastrintestinais de ovinos**. 2014. 82 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/25363>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SILVA, E.C. **Estudo de padronização de extratos de *Hancornia speciosa* Gomes como alternativa terapêutica para obesidade**. 2018. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/2193>. Acesso em: 27 dez. 2021.

SILVA, R.N. *et al*. Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 337-341, dez. 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612003000300007>. Acesso em: 2 nov. 2022.

SILVA, R.N.S.; CAVALCANTE, H.L.C. Planejamento experimental aplicado ao desenvolvimento de sabonete líquido utilizando extratos de andiroba e mulateiro. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 11, n. 13, p. 1-11, 8 out. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35474>. Acesso em: 3 nov. 2022.

SOARES, J. A. S. *et al.* Potencialidades da prática da atenção farmacêutica no uso de fitoterápicos e plantas medicinais. **Journal Of Applied Pharmaceutical Sciences**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 10-21, dez. 2020. Disponível em: <https://japhac.wixsite.com/japhac/2021-edition>. Acesso em: 24 dez. 2021.

SOARES, N. P. *et al.* Técnicas de prospecção fitoquímica e sua importância para o estudo de biomoléculas derivadas de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 24, p. 901-1010, dez. 2016. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1089>. Acesso em: 27 dez. 2012.

SONAGLIO, D. *et al.* Desenvolvimento Tecnológico e Produção de Fitoterápicos. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2007. p. 289-326.

SOUZA, A.L.C. **Análise fitoquímica e atividades farmacológicas da espécie Vachellia farnesiana (L.) Wight & Arn. [sin.Acacia farnesiana (L.) Wild.]**. 2019. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Parnaíba, 2019. Disponível em: <http://bia.ifpi.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/1054>. Acesso em: 30 out. 2022.

SOUZA-MOREIRA, T.M.; SALGADO, H. R. N.; PIETRO, R. C. L. R.. O Brasil no contexto de controle de qualidade de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 20, n. 3, p. 435-440, jul. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-695x2010000300023>. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300023>. Acesso em: 27 dez. 2021.

STAPLES, G. W.; SIMÕES, A. R.; AUSTIN, D. F. A Monograph of Operculina (Convolvulaceae). **Annals Of The Missouri Botanical Garden**, [S.L.], v. 105, n. 1, p. 64-138, 1 maio 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3417/2020435>. Acesso em: 1 nov. 2022.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C.; MACIEL, M. A. M. Plantas medicinais: cura segura? **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 519-528, jun. 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000300026>. Acesso em: 28 dez. 2021.

VERDAM, M. C. S.; SILVA, C. B. O estudo de plantas medicinais e a correta identificação botânica. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 11, n. 1, p. 7-12, 30 jun. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/acd.v11i1.21347>. Acesso em: 24 dez. 2021.

VON POSER, G.L. Polissacarídeos. In: SIMÕES, C. M. O. *et al.* (org.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2007. p. 497-517.

WIGGERS, I.; STANGE, C. E. B. **Manual de instruções para coleta, identificação e herborização de material botânico**. Laranjeira do Sul: Unicentro, 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/733-2.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2021.

WYKOWSKI, R. **Saponinas: uma promessa da ciência contra o câncer**. 2012. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

Porto Alegre, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/143507>. Acesso em: 27 out. 2022.

YUE, F. *et al.* Effects of monosaccharide composition on quantitative analysis of total sugar content by phenol-sulfuric acid method. **Frontiers In Nutrition**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-10, 2 ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3389/fnut.2022.963318>. Acesso em: 1 out. 2022.

ZHU, D. *et al.* Downregulation of Aquaporin 3 Mediated the Laxative Effect in the Rat Colon by a Purified Resin Glycoside Fraction from Pharbitis Semen. **Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine**, [S.L.], v. 2019, p. 1-10, 13 jan. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2019/9406342>. Acesso em: 20 dez. 2021.