



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Fundação instituída nos termos da Lei nº 5.152 de 21/10/1966 – São Luís - Maranhão

PRÓ-REITORIA DE ENSINO – PROEN
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO DE GRADUAÇÃO – DIDEG
CENTRO DE CIÊNCIAS DE GRAJAÚ
COORDENAÇÃO DO CURSO DE CIÊNCIAS NATURAIS

MARCELO BORGES DE SOUSA

ESTUDO FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE
EXTRATO DA SEMENTE DE *Magonia pubescens* A. St.-Hil.

Grajaú

2023

MARCELO BORGES DE SOUSA

**ESTUDO FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES BIOLÓGICAS DE
EXTRATO DA SEMENTE DE *Magonia pubescens* A. St.-Hil.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Naturais-Química da Universidade Federal do Maranhão – UFMA como requisito para a obtenção do Grau de Licenciado em Ciências Naturais com habilitação em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Antonia de Sousa Leal.

Grajaú

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa, Marcelo Borges de.

Estudo fitoquímico e avaliação de propriedades biológicas de extrato da semente de *Magonia pubescens* A. st.-Hil. / Marcelo Borges de Sousa. - 2023.

40 p.

Orientador(a): Antonia de Sousa Leal.


Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Naturais - Química,
Universidade Federal do Maranhão, Grajaú, 2023.

- * Atividade antioxidante. 2. Metabólitos secundários. 3. Tingui. 4. Toxicidade. I. Leal, Antonia de Sousa. II. Título.

MARCELO BORGES DE SOUSA

**ESTUDO FITOQUÍMICO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES
BIOLÓGICAS DE EXTRATO DA SEMENTE DE *Magonia pubescens* St.
*Hill.***


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais - Química como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Naturais com habilitação em Química.

Documento assinado digitalmente
 **MARCELO BORGES DE SOUSA**
Data: 27/09/2023 12:34:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>


Marcelo Borges De Sousa

Aprovado em: Grajaú - MA, 27 de Setembro de 2023.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIA DE SOUSA LEAL**
Data: 27/09/2023 12:48:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Antonia de Sousa Leal
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Presidente da Banca

Documento assinado digitalmente
 **IONARA NAYANA GOMES PASSOS**
Data: 27/09/2023 11:47:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ionara Nayana Gomes Passos
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
1º Professor Membro

Documento assinado digitalmente
 **DANIELY GASPAS DE SOUSA**
Data: 27/09/2023 11:31:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Ma. Daniely Gaspar de Sousa
Universidade Federal do Maranhão – UFMA
2º Professor Membro

À minha família, amigos e colegas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo, sempre que me senti triste, fraco, sozinho, incapaz ou mesmo pensei em desistir, ele sempre esteve aqui e cuidou de mim com todo seu amor e cuidado.

Agradeço à minha mãe (Elisamaura da Conceição Borges), mulher forte e batalhadora que nunca deixou nada faltar em nossa mesa, mesmo sozinha nunca mediu esforços trabalhando na roça, em carvoeira, cuidando de gado, tudo para que tivéssemos o que comer. Mãe solteira que desenvolveu e ainda desenvolve papel de pai e mãe priorizando sempre a nossa educação, mesmo enfrentando dificuldades. Agradeço ainda mais porque foi a pessoa que me alfabetizou. Se desdobrava em mil para cuidar de 6 filhos e mais 2 enteados sozinha sem nunca reclamar, as vezes as lágrimas desciam, mas em silêncio, a sua força é admirável, amo muito você, mãe. Em especial, meu alicerce, Domingos Borges, meu avô.

Aos meus irmãos Maciel, Maria Albertina, Maria do Carmo, Francisco, Maria Eduarda, Lucas e Mateus. Brigamos muito, mas nos amamos imensamente. Por sempre estarem ali comigo, até quando não estavam, obrigado.

À minha família que sempre esteve unida nas ocasiões mais importantes e cuidando uns dos outros, os tios e tias (Domingos Borges+, Francisca, Elisângela, Elisabete, Elinaura, Nelson e Carmelita), foram as pessoas que moldaram meu caráter e me ensinaram a ser o que sou. Também à (Raimundo Nonato+, Adriano, Antônio Carlos, Manoel Rones, Ronaldo e outros) que estiveram presentes nessa construção. Aos meus primos, todos eles por estarem ali para me fazer rir, brigar, chorar, tudo junto; meus sobrinhos, amo todos.

Aos amigos da escola; da faculdade (especialmente Marcos, Samara, Adriele, Giuliano, Lucimara e Jakelline); da rua e vizinhos com quem troquei tanto e recebi tantos conselhos, rimos até altas horas (em especial Elanne, Mylana e Jessica R.), diversão e coisas não tão divertidas nos aproximaram muito. À equipe do laboratório, técnicos Afonso e Fabrícia, todos que participaram da minha trajetória acadêmica. Às bibliotecárias Francinete e Jaciara, ao Nae (Andrea e Lizandra), às mulheres da limpeza pelos melhores conselhos.

Agradecimento especial à Antonia de Sousa Leal, minha orientadora. Seus esforços gigantescos em administrar orientação, sala de aula, família e projetos nos fazem acreditar ainda mais que ela é muito incrível. Mesmo à distância, não desampara seus orientandos e se esforça para atender cada um de maneira singular. A cientista, doutora, professora, mãe, orientadora, coordenadora de projetos, todas se resumem a esse ser admirável. Muito obrigado, foi uma honra tê-la como guia em minha jornada científica.

O impossível possível

*O que é possível?
Qualquer coisa ou coisa alguma?
Mas ao imaginarmos algo incrível
Chegamos à conclusão profunda*

*Aquela que te deixa pasmo
A que te fará pensar
Uma conclusão sem marasmo
O possível é tudo que você imaginar*

*Seja voar ou até ir à lua
Seja simplesmente o pensar
É possível toda obra da imaginação sua*

*Desde que saiba realizar
Não só pensar e deixar passar,
Mas sonhar, planejar, se permitir alcançar.*

Marcelo Borges de Sousa

RESUMO

A *Magonia pubescens* é uma árvore de médio porte endêmica do cerrado brasileiro, pertencente à família Sapindaceae. É resistente a cupins o que justifica seu uso em construções, e suas sementes são utilizadas na formulação de sabão com propriedades antimicrobianas no tratamento de infecções, herpes, corrimento em animais. Então, este trabalho teve como objetivo avaliar o extrato das sementes de tingui quanto a fitoquímica e propriedades biológicas e toxicidade. O extrato da semente foi preparado pelo processo de maceração utilizando o etanol como solvente. Foram realizados testes de triagem fitoquímica, toxicidade frente à *Artemia salina* e atividade antioxidante. Os resultados obtidos confirmaram a presença de metabólitos secundários tais como: esteroides e triterpenoides, fenóis e taninos, além da presença de Alcaloides. Apresentou nível de toxicidade moderado (CL_{50} 308,53 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) e atividade antioxidante baixa (EC_{50} de 7581,6 $\mu\text{g.mL}^{-1}$). Portanto, o extrato etanólico da semente tem propriedades biológicas pouco exploradas cientificamente e potencial tecnológico para o desenvolvimento de biomateriais, necessitando aprofundamento de estudos.

Palavras-chave: tingui; metabólitos secundários; atividade antioxidante; toxicidade.

ABSTRACT

Magonia pubescens is a medium-sized tree endemic to the Brazilian cerrado, belonging to the Sapindaceae family. It is resistant to termites, which justifies its use in construction, and its seeds are used in the formulation of soap with antimicrobial properties to treat infections, herpes, and discharge in animals. Therefore, this work aimed to evaluate the tingui seed extract for phytochemistry, biological properties and toxicity. The seed extract was prepared by the maceration process using ethanol as a solvent. Phytochemical screening tests, toxicity against *Artemia salina* and antioxidant activity were carried out. The results obtained confirmed the presence of secondary metabolites such as: steroids and triterpenoids, phenols and tannins, in addition to the presence of alkaloids. It presented a moderate level of toxicity (LC_{50} 308.53 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$) and low antioxidant activity (EC_{50} of 7581.6 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Therefore, the ethanolic extract of the seed has biological properties that have been little explored scientifically and technological potential for the development of biomaterials, requiring in-depth studies.

Keywords: tingui; secondary metabolites; antioxidant activity; toxicity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tingui: árvore, fruto e sementes	12
Figura 2 - Teste fitoquímico açúcares redutores	31
Figura 3 - Teste fitoquímico Fenóis e taninos	31
Figura 4 - Teste Saponinas espumídicas	32
Figura 5 - Teste fitoquímico Alcaloides	32
Figura 6 - Resultado para a presença de Esteroides e Triterpenoides	33
Figura 7 - Concentração letal Cl_{50} que define a morte de metade dos indivíduos	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	10
1.2	Objetivos	11
1.2.1	Geral	11
1.2.2	Específicos	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Magonia pubescens (Tingui)	12
2.2	Fitoquímica	15
2.3	Toxicidade ou letalidade	19
2.4	Atividade antioxidante	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1	Material vegetal: coleta e identificação	24
3.2	Preparo do extrato bruto	24
3.3	Triagem fitoquímica	24
3.3.1	Saponinas espumílicas	25
3.3.2	Açúcares redutores	25
3.3.3	Alcaloides	25
3.3.4	Ácidos orgânicos	26
3.3.5	Polissacarídeos	26
3.3.6	Fenóis e taninos	26
3.3.7	Flavonoides	27
3.3.8	Esteroides e Triterpenoides	27
3.4	Toxicidade frente à <i>artemia salina</i> sp	27
3.4.1	Preparo das soluções estoque do extrato	28
3.5	Atividade antioxidante	28
3.6	Análise estatística	29
4	RESULTADOS E DISCUSÃO	30
4.1	Triagem fitoquímica	30
4.2	Toxicidade frente a <i>artemia salina</i>	33
4.3	Atividade antioxidante	34
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O tinguizeiro é uma das espécies características da biodiversidade do Cerrado brasileiro, o segundo maior bioma do país, ocupando cerca de dois milhões de quilômetros quadrados do território (Saraiva, 2012). Saraiva (2012) descreve o conhecimento tradicional, os saberes “populares” associados ao Tinguí de bola (*Magonia pubescens*) na fabricação de sabão, sendo utilizado por comunidades do cerrado para fins medicinais, como: no tratamento da queda de cabelo, corrimentos, herpes, queimaduras, assaduras, contra piolhos, dentre outros. A resina da casca é utilizada como inseticida, sua madeira apresenta resistência ao ataque de cupins e a infusão da casca da raiz possui ação ictiotóxica. A mistura de água com a casca/entrecasca do tinguí pode matar “bicheiras” de gado. Dessa forma, o conhecimento tradicional pode ser considerado um elo importante no fornecimento de dados para novas pesquisas científicas sobre propriedades terapêuticas das plantas, e conseqüentemente, para o desenvolvimento de novas drogas (Vendruscolo; Mentz, 2006).

A espécie *Magonia pubescens*, pertence à família Sapindaceae e é muito conhecida pelo homem do campo por possuir características tóxicas (Araújo *et al.*, 1994). O tinguizeiro pode atingir até 10 m de altura, seu tronco pode possuir cerca de 39 cm de diâmetro. Os frutos são cápsulas lenhosas com sementes de até 10 cm de largura, floresce nos meses de agosto e setembro. A distribuição geográfica é predominante na região central do Brasil, se fazendo presente nos seguintes estados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Maranhão, Piauí, Roraima, Pará, Bahia, Ceará, São Paulo, Tocantins, Distrito Federal (Saraiva, 2012).

Estudos com o extrato bruto da casca do caule evidenciaram o efeito larvicida e toxicológico sobre as larvas dos mosquitos *Aedes aegypti* (Silva *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004), e do *Aedes albopictus* (Guimarães *et al.*, 2001). Os resultados podem demonstrar um potencial larvicida para todos os estágios dos mosquitos em laboratório. Pimenta *et al.* (2000) testaram a atividade antimicrobiana do extrato etanólico de *M. pubescens* e foi constatada a atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas, estafilococos multirresistentes e contra a levedura *C. albicans*, o que confirma o seu potencial antisséptico e desinfetante que possibilita o uso pela população. Em suma, prospectar propriedades biológicas em espécies vegetais é um importante meio para desenvolvimento de futuros medicamentos.

1.1 Justificativa

Desde a descoberta do fogo ou desde os primórdios da evolução, a sobrevivência tem se tornado mais complexa, evoluída e mais dependente do ambiente em que reside. Partindo

da necessidade de prolongamento do tempo de vida ou tratamento de enfermidades, os seres humanos têm feito novas descobertas a cada dia. A evolução humana rompe as barreiras da necessidade de sobrevivência e atinge um lugar onde se exige respostas para as condições evolutivas, qualidade de vida e até mesmo para responder o que é a vida em si. Há muito tempo, existe uma busca por conhecimento sobre todas as coisas, tal busca culminou em avanços e, principalmente na área da medicina, no que diz respeito a evitar ou tratar doenças, feridas. Biologicamente somos parte da natureza e dependemos dela, portanto, devemos cuidar e preservar, bem como o ambiente à nossa volta. Os primeiros atos medicinais surgiram quase por acaso e levaram ao conhecimento de plantas medicinais, tal conhecimento hoje é amplo e nos ajuda a evoluir científica e tecnologicamente.

O Tingui ou timbó é uma planta da espécie *Magonia pubescens* A. St.-Hil., predominante no cerrado do país. Seu caráter tóxico permitiu bons resultados contra o *Aedes Aegypti*, o *Aedes Albopictus* e em espécies de bactérias, tais estudos obtiveram resultados significativos e muito promissores quanto a novos estudos com partes da planta. O fruto do tingui possui característica lenhosa com sementes que podem chegar a 10 cm de comprimento envolvidas por uma membrana chamada de película ou envoltório da semente. Ainda pouco explorado no que diz respeito a estudos sobre suas propriedades, é predominante na flora de Grajaú-MA, uma vez que nossa cidade apresenta características do bioma do cerrado e a árvore é endêmica. Isso acarreta a importância do desenvolvimento de estudos com a espécie, no município. Dessa maneira, o trabalho atual assume um papel importantíssimo desenvolvendo estudos fitoquímicos para a determinação do potencial farmacológico do extrato etanólico da semente do Tingui, testes biológicos e antioxidantes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Realizar estudos fitoquímicos e avaliar o potencial biológico de extratos da semente de *Magonia pubescens* A. St. Hil.

1.2.2 Específicos

- Realizar coleta de amostras de diferentes partes da espécie *Magonia pubescens* A. St. Hil. para a produção de exsiccatas;
- Obter diferentes extratos utilizando a semente de *Magonia pubescens* A. St. Hil.;
- Realizar testes fitoquímicos;
- Realizar teste de atividade antioxidante dos extratos brutos;
- Realizar teste de toxicidade com *Artemia salina* sp.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Magonia pubescens* (Tingui)

O tinguizeiro é uma árvore característica do Cerrado brasileiro, também pode ser chamado de timbó, tingui do cerrado ou tingui de bola (Figura 1). Pertencente à família Sapindaceae, a árvore pode ser considerada com uma árvore de médio porte, variando entre 8 e 10 metros de altura. É uma planta que apresenta um nível de toxicidade elevado e isso implica na utilização da espécie para diversos fins, seja no tratamento de úlceras, e outros problemas em animais no campo, também com possibilidade de uso no agronegócio, medicina e farmacologia. As espécies da família Sapindaceae estão presentes nas florestas tropicais, cerrado e como centro endêmico a mata atlântica, são utilizadas na indústria alimentícia, madeireira, e farmacologia por obterem valor medicinal, mas isso se dificulta devido à degradação ambiental da região nordeste (Pereira, 2014).

Figura 1 - Tingui: árvore, fruto e sementes



Fonte: Autor, 2023.

A família Sapindaceae apresenta cerca de 141 gêneros e 1900 espécies, presentes nas áreas de florestas tropicais e clima temperado. Especificamente 27 gêneros e 419 espécies estão na região amazônica do país; na região nordeste predominam 21 gêneros e 137 espécies (Pereira, 2014). As espécies dessa família são caracterizadas, de acordo com Harrington *et al.*,

(2005) por possuírem folhas compostas, alternas detendo folhas com nectários conspícuos além de pétalas apendiculadas.

Sobre a família, de acordo com Pereira (2014, p. 24)

Árvores, arbustos ou trepadeiras; caule em seção transversal com apenas um cilindro vascular ou com um cilindro vascular central e três periféricos, com ou sem estípulas. Folhas alternas, compostas, pinadas ou ternadas, com ou sem domácias na face abaxial. Inflorescências tirso simples ou compostas, racemiformes, paniculiformes ou espiciformes, axilares ou terminais, nas trepadeiras com um par de gavinhas na base da raque.

A árvore do tingui é considerada média em estatura atingindo até 10 metros de altura e, segundo Giotto *et al.* (2009) o diâmetro de tais árvores fica em torno de 39 centímetros. Ela floresce durante os meses de julho a setembro chegando a frutificar entre agosto e novembro. Algumas das maiores causas da perda de ecossistemas, árvores, espécies de animais e aves em todo o planeta, são os incêndios florestais, desmatamento para fins de tráfico e garimpo ilegal, isso acaba destruindo e extinguindo espécies inteiras até mesmo antes dessas serem descobertas, causando uma perda de hábitat e de novos recursos medicinais. Dentre os seis biomas brasileiros, a Amazônia, por exemplo, corre grande risco por ser vítima do desmatamento e devastações ambientais, mas existem monitoramentos e estimativas acerca disso, segundo Margulis (2003, p. 25)

Estas estimativas de desmatamento apesar de abrangentes, são espacialmente agregadas, raramente possibilitando a análise em nível municipal ou escala menor. Avaliações mais detalhadas das mudanças de cobertura vegetal nos últimos anos são temporal e regionalmente fragmentadas. Além do sensoriamento remoto, o IBGE é a única fonte que permite obter estimativas indiretas do desmatamento por meio dos levantamentos sobre uso da terra feitos nos Censos Agropecuários conduzidos a cada 5 anos, excetuando desde 1990.

De acordo com Rocha *et al.* (2014) os frutos do Tingui são volumosos, globulosos e triangulares com coloração “ferrugínea – pulverulenta”. São frutos marrons, grandes e com extremidades disformes, também apresentam uma massa elevada por ser um fruto considerado pesado, mas esse fator depende do estado de maturação do fruto e outros aspectos de cada clima onde existem exemplares da espécie.

A *Magonia pubescens* pertence à família Sapindaceae, é uma planta característica desta savana brasileira, sendo encontrada também em outros países da América do Sul como: Bolívia e Paraguai. É uma árvore que tem o diferencial de conseguir viver em regiões de solos pobres, pode apresentar de quatro a doze metros de altura. É facilmente identificada por possuir frutos grandes, globosos com formato triangular, coloração ferrugínea - pulverulenta, sementes planas, aladas e as árvores são caducifólias. É conhecida popularmente como: tingui, timbó, tingui - do - cerrado. Sua madeira é utilizada por carvoarias e para construção de casas, já os seus frutos são empregados na produção de sabão e artesanatos. (Rocha *et al.*, 2014, p. 1)

As sementes do fruto do tingui possuem a característica de muitas outras das espécies do cerrado, como o ipê que as sementes se dispersam através do vento. Essas sementes apresentam cerca de, 3,9 a 5,1 mm de comprimento, 6,25 a 8,67 mm de largura e possuem massa fresca de 2,33 a 4,23 gramas, porém esses dados e informações morfológicas desde a contagem de sementes constituintes e um único fruto, as massas e dimensões da mesma variam de acordo com o clima, bioma, solo e características do ambiente, além disso os fatores biológicos são determinantes para o desenvolvimento das sementes e frutos (Macedo *et al.*, 2009).

O interior dos frutos abriga sementes aladas e isso facilita a dispersão para germinação de novas espécies, elas também apresentam uma película envoltória, essa mesma é chamada de envoltório da semente, podendo ser utilizado na produção de um hidrogel responsável por uma absorvência, estudo patentado por Brum *et al.* (2017). O resultado final do desmembramento é uma semente “nua”, o foco do estudo atualmente realizado. O gênero *M. pubescens* é endêmico de florestas tropicais e está presente no cerrado. O Brasil apresenta 6 biomas em sua composição territorial, estão entre eles: a Amazônia, Pantanal, Caatinga, Pampa, Mata atlântica e Cerrado, segundo Rocha *et al.* (2014, p. 1)

O Brasil abriga uma grande diversidade biológica distribuída em diferentes biomas, um deles é o Cerrado, que é o segundo maior do país, ocupando cerca de 21% do território brasileiro, limitando-se com Caatinga, Pantanal, Floresta Amazônica e Atlântica. Esse bioma estende-se sobre os estados: Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Tocantins e São Paulo, apresenta diferentes tipos de formações vegetais, possuindo espécies variadas e com diversos potenciais, como uso alimentar, medicinal, artesanal, oleaginoso, forrageiro, entre outros.

A cidade de Grajaú – MA é uma das mais ricas entre as cidades do estado maranhense, possui uma configuração ambiental rica, apresentando características dos biomas amazônico e cerrado (Santos; Feitosa, 2021). As características do bioma de savana e Amazônia implicam em uma gama ímpar de espécies de plantas muito importantes para a economia e vida no município. O Cerrado possui uma riqueza de espécies de plantas medicinais com diversas finalidades, seja no tratamento de úlceras, outros males em animais do campo e até na pesca artesanal. Dentre as plantas medicinais presentes no cerrado, podemos encontrar plantas de efeito calmante, laxante, antiséptico, para anemia, reumatismo, gripe e dentre outros. Algumas das espécies utilizadas no estado de Goiás, de acordo com Vila Verde; Paula e Carneiro (2003, p. 13)

Plantas medicinais do cerrado, mais utilizadas pela população de Mossâmedes/GO: *Alibertia* sp. (Rubiaceae) / marmelo (Decocção, infusão / raiz, fruto) – Calmante; *Anacardium humile* St. Hil. (Anacardiaceae) / cajuzinho (Decocção / folha) - Inflamação ovariana; *Anadenanthera falcata* (Leguminosae) / angico (Decocção / casca do caule) - Afecções pulmonares;

Anemopaegma arvense (Bignoniaceae) / catuaba (Infusão, decocção / raiz, casca do caule, folha) - Esgotamento nervoso, impotência sexual, doença venérea; Anona crassiflora (Annonaceae) / araticum (Infusão / fruto, semente) - Anti-diarréico; Aristolochia sp. (Aristolochiaceae) / batata milhomem (Decocção / raiz) - Congestão, dor em geral; Brosimum gaudichaudii Tréc. (Moraceae) / mamacadela (Decocção / raiz, casca do caule) - Depurativo, vitiligo, bronquite; Bulbostylis capillaris L. C. B. Clark (Cyperaceae) (Planta inteira) - Resfriado, febre alta; Magonia pubescens St. Hil. (Sapindaceae) / tingui (Suco fresco / planta inteira) - Anti-séptico.

Em estudos anteriores, o tingui foi utilizado por Silva (2004) para avaliação da eficácia sobre larvas de *A. aegypti* como forma alternativa no controle do mosquito e buscando formas de estruturar possíveis mecanismos de síntese do princípio ativo. O estudo utilizou as cascas do caule *M. pubescens* coletadas na região da Chapada dos Veadeiros, em Goiás.

2.2 Fitoquímica

O uso de plantas medicinais tem crescido e despertado interesse, tanto para aproveitamento e conhecimento de suas composições químicas quanto para avaliação de suas propriedades farmacológicas, visando descobertas de princípios ativos que possam ser utilizados na medicina moderna para tratamentos de doenças. Silva *et al.* (2010, p. 2) diz que

É comum o pensamento de que as plantas medicinais de uso tradicional já foram testadas, levando assim, ao uso inadequado e abusivo para a cura de males, principalmente pela população de baixa renda que acredita na autossugestão e na esperança de cura, crenças estas que podem aliviar sintomas e induzir o paciente a desconsiderar sinais importantes, retardando o atendimento médico, levando as patologias graves, com consequências às vezes irremediáveis.

O estudo de vegetais vem demonstrando grande avanço, isso pelo fato das descobertas de novas aplicabilidades de propriedades biológicas de algumas substâncias extraídas de espécies vegetais. Assim, a pesquisa fitoquímica é importante ao destacar alguns constituintes químicos em espécies ao analisar a presença de metabólitos secundários importantes. Tais metabólitos detêm funções e, de acordo com Silva *et al.* (2010) são classes de substâncias como os flavonoides, que apresentam atividades anti-inflamatória, antialérgica, anticancerígena. Os alcaloides são antitumorais, antitussígenos, antiviral. Os esteroides/triterpenoides apresentam propriedades anti-inflamatórias, os terpenos e taninos ajudam no tratamento da hipertensão arterial, queimaduras bactericida, fungicida e saponinas, antiviral e atuam sobre membranas celulares (Silva *et al.*, 2010). A fitoquímica estuda cada grupo de metabólitos secundários, desde a estrutura química molecular até as propriedades biológicas dos vegetais, objetivando o identificar constituintes químicos resultantes do metabolismo secundário dos vegetais, através do isolamento e elucidação de suas estruturas

moleculares. Além disso, faz levantamentos e análises dos componentes químicos das plantas, como os princípios ativos, os odores, pigmentos, entre outros (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010).

De acordo com Simões (2010), o estudo fitoquímico não abrange somente plantas medicinais, mas a descoberta de substâncias ativas têm alavancado o desenvolvimento de medicamentos e tratamentos fitoterápicos.

Substâncias fitoquímicas são bastante frequentes nos alimentos que consumimos diariamente como os vegetais, os grãos, frutas e legumes, isso nos previne de muitas doenças, problemas cardíacos e até mesmo de câncer, na escala evolutiva, supõe-se que essas substâncias surgiram como uma forma de defesa nas plantas, para garantir sua sobrevivência, isso há milhares de anos, uma época onde oxigênio era escasso as plantas que liberavam oxigênio aumentaram sua concentração no ar, e isso poluiu o meio das mesmas com o oxigênio reativo. Isso fez com que as plantas desenvolvessem agentes antioxidantes, fitoquímicos, esses agentes garantiram sua sobrevivência e construíram defesas contra fungos, bactérias e outros danos mecânicos (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010).

Ainda segundo Vizzotto; Krolow e Weber (2010, p. 8) “A seleção de plantas para estudo, geralmente, baseia-se na prospecção e em relatos da literatura sobre ações antioxidantes, anti-inflamatórias e inseticidas dos vegetais”. Os efeitos dos fitoquímicos também podem ser maléficos à saúde humana e, dependendo das concentrações, podem ser tóxicos e causar danos. As plantas possuem metabolismo, desde o básico como a fotossíntese, até mecanismo de defesas frente à outras espécies, elas desenvolvem compostos orgânicos. Estes são divididos em metabólitos primários e secundários onde o primeiro possui função estrutural, plástica e armazenamento de energia e, o segundo possui relação com o crescimento e desenvolvimento das plantas (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010).

Sousa Filho e Alves (2002) apontam que potencialmente, todas as plantas desenvolvem metabólitos secundários. Entretanto, é mais comum que encontremos em plantas selvagens devido à competição evolutiva que estas enfrentam para assegurar sua permanência em determinado ambiente, tais substâncias são os princípios ativos vegetais, eles são resultado de fotossíntese e funcionam como defesa, além do seu caráter medicinal para nós, seres humanos (Rezende *et al.*, 2016).

Diversas plantas apresentam uso medicinal milenar e nos extratos destas plantas, a ação conjunta ou isolada de certas substâncias é responsável pela atividade biológica. Este efeito difere de acordo com a dose e pode ser exemplificado com os glicosídeos cardioativos, encontrados nas espécies *Digitalis lanata* e *Digitalis purpurea*, quando em pequenas doses são amplamente utilizados para o controle de problemas relacionados ao baixo

débito cardíaco, entretanto, em doses maiores são tóxicos, paralisando o coração na fase de sístole (Rezende *et al.*, 2016, p. 93).

Já foram identificados mais de 50 mil metabólitos secundários sintetizados por diversas vias de biossíntese, os quatro principais são: do ácido mevalônico (MEV), do metileritrol fosfato (MEP), acetato malonato e ácido chiquímico. Essas vias formam três principais grupos de metabólitos secundários, como os terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas, porém, existem outros grupos de metabólitos derivados de ácidos graxos e policetídeos aromáticos, definidos por estruturas e propriedades químicas que são muito importantes em sua identificação, como os compostos alcaloides agrupados e caracterizados pela presença de átomos de nitrogênio em anéis heterocíclicos; os fenólicos apresentando hidroxila ligada à anel aromático, mas isso se desenha de acordo com suas vias sintetizantes e demais esquemas estruturais (Rezende *et al.*, 2016).

Os terpenos, também chamados de terpenoides, são a maior classe de metabólitos secundários, são substâncias insolúveis em água e sintetizados com glicolíticos e/ou acetil CoA. Eles são formados pela fusão de unidades isoprênicas partindo da união de cinco carbonos, alguns possuem função específica no crescimento vegetal, e isso pode levá-los a serem considerados metabólitos primários ao invés de secundários, na classe hormonal. Os esteróis derivam dos triterpenos com a função de essencial de interação entre outros metabólitos, auxiliando na fotossíntese e agindo como defesa vegetal contra insetos e herbívoros. Algumas substâncias como o limoneno e mentol, presentes no limão e hortelã, apresentam características amargas, tal classe age como inibidor de forrageio para insetos (Taiz; Zeiger, 2010).

Dentre os terpenos, as saponinas são uma classe de muita importância, uma vez que protegem a planta de micro-organismos e insetos, essa classe ajuda na proteção, adaptação de luz, fotossíntese, antioxidantes e dissipadores de radicais livres, também definem as cores amareladas, alaranjadas e avermelhadas. Vizzotto; Krolow e Weber (2010, p. 11) esclarece que

Neste grupo ainda se encontra uma série de metabólitos importantes farmacologicamente, incluindo o taxol, um agente anticancerígeno encontrado em concentrações muito baixas (0,01% do peso seco) na casca do teixo (*Taxus baccata*), e forskolin, um composto utilizado no tratamento de glaucoma.

E ainda os carotenoides, presentes no mamão, pitanga, manga, damasco, batata doce, laranja, moranga, cereja, tomate, milho, espinafre e salsa (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010). Os compostos fenólicos são um grupo bastante frequente no nosso dia a dia, são responsáveis por odor, sabor e coloração de diversos vegetais, não sendo atrativos somente para o homem, mas

para outros animais e insetos polinizadores, eles ainda protegem as plantas de insetos e ataques de animais. Esses compostos apresentam estruturas químicas representadas por um anel aromático, no qual há apenas uma substituição de carbono por hidroxila, são bastante frequentes em angiospermas e podem ter sido fundamentais para as plantas na conquista do ambiente terrestre, com estruturas que endurecem veias, e desenvolvem o sistema vascular, isso afirma que as plantas primitivas de ambientes úmidos, sejam pobres de tais compostos, assim como as briófitas e pteridófitas (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010).

Os flavonoides (antocianinas) são como sinalizadores entre as plantas, um atrativo para seus agentes polinizadores apresentando um forte aspecto da coloração de suas flores. Dentre os compostos, eles se classificam como fenólicos simples ou ácidos fenólicos, derivado de ácido hidroxianílico ou ácido hidroxibenzóico. Os flavonoides são grupos presentes em frutas cítricas, vermelhas, linho, vinho, e gengibre sendo muito importantes para a saúde; já os taninos são encontrados geralmente em sementes e cascas de frutas (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010).

Os Alcaloides formam a classe dos metabolitos secundários contendo nitrogênio. São estruturas que agem na defesa da planta contra herbívoros, como os alcaloides e glicosídeos cianogênicos, os quais possuem efeitos tóxicos e medicinais aos humanos. Essa classe é sintetizada por aminoácidos comuns, eles possuem efeitos fisiológicos em animais, ou seja, importantes efeitos farmacológicos nos vertebrados. Acredita-se que os Alcaloides estejam relacionados à excreção de nitrogênio (como uréia e ácido úrico de animais) e reguladores de crescimento, mas a maior característica deles é de defesa por sua composição tóxica e capacidade de deterrência (Vizzotto; Krolow; Weber, 2010). Eles são tóxicos e venenosos em grandes quantidades como estrucnina, atropina e cocaína encontrada no cogumelo cicuta, porém pode agir benéficamente como a morfina, codeína e escopolamina, esses são alguns alcaloides vegetais usados na medicina. Em nível molecular, os Alcaloides agem em componentes do sistema nervoso, nos transmissores químicos e afetam transporte, síntese de ênfase e até o funcionamento de tais enzimas (Taiz; Zeiger, 2010).

Os Alcaloides surgem no retículo endoplasmático e residem nos vacúolos, por isso não aparecem em células jovens, eles possuem caráter alcalino, uma vez que apresentam nitrogênio em sua estrutura, sobrando um par de elétrons não compartilhados. Vizzotto; Krolow e Weber (2010, p. 14) cita que

Essa classe de compostos do metabolismo secundário é famosa pela presença de substâncias que possuem acentuado efeito no sistema nervoso, sendo muitas delas largamente utilizadas como venenos ou alucinógenos. O isolamento da morfina, em 1806 pelo farmacêutico alemão Friedrich Sertürner, deu origem ao estudo dos alcaloides.

2.3 Toxicidade ou letalidade

As plantas medicinais geralmente possuem caráter tóxico, dados os constituintes presentes que servem como defesa para garantir sua sobrevivência ou atrair agentes polinizadores, com isso, a produção de um extrato delas pode ser benéfica ou maléfica, dependendo de fatores como: a caracterização deles ou a quantidade de tempo de exposição, e isso pressupõe testes de letalidade ou toxicidade.

Os extratos quase sempre apresentam certa toxicidade em altas concentrações, isso implica em testes para se medir qual o seu caráter tóxico, um monitoramento simples de tal aspecto deve ser feito em um animal menos complexo (Lhullier; Horta; Falkenberg, 2006). Na literatura existe a busca pela redução da toxicidade em materiais biológicos vegetais. Diversos contaminantes tóxicos são encontrados diariamente, isso explica a necessidade de seres menos complexos em testes para avaliar a toxicidade de substâncias isoladas ou extratos vegetais, como por exemplo o microcrustáceo como a *Artemia salina sp.* A *Artemia salina* pertence ao filo Arthropoda, classe Crustácea, subclasse Branquiopoda, ordem Anostraca, família Artemidae e Gênero Artemia – Leach, 1819. Possui distribuição cosmopolita e caráter extremamente eurialino. A grande dispersão do gênero pelo mundo em enormes populações pode ser atribuída à reprodução partenogênica com produção de cistos, que ocorre na ausência do macho (Veiga; Vital, 2002). “Além disso, os organismos desse gênero atuam como elo trófico entre as comunidades planctônicas e as cadeias superiores.” (Pimentel *et al.*, 2011. p.16).

Os testes de toxicidade têm como finalidade assegurar o uso em doses seguras para sobrevivência, assim deve-se submetê-las a testes de eficácia e segurança através de meios recomendados na lei, sendo alguns modelos de estudos toxicológicos *in vivo*: ensaios de toxicidade aguda, toxicidade subcrônica, toxicidade crônica, abordando aspectos como mutagenicidade, embriofetotoxicidade, alterações de fertilidade, carcinogenicidade e indução de dependência (Carvalho *et al.*, 2013).

O fato de a *Artemia salina sp.* ser um animal simples, é de fácil manipulação e distribuição em laboratório, os seus testes devem ser feitos entre 24 e 48 h, nos estágios II e III, em concentrações crescentes para possível avaliação. O teste com artemia deve ser visto que, todos os resíduos nocivos têm como destinatário final o oceano, mesmo que não seja produzido em regiões de praias. Carvalho *et al* (2009) afirma que as artêmias são mais utilizadas em teste de toxicidade devido a sua grande capacidade de formar cistos dormentes, por sua facilidade de manuseio e cultivo, baixo valor econômico e sua grande aplicabilidade

como bioindicador em avaliações toxicológicas pré-clínicas. Os cistos dormentes fornecem material biológico que poderá ser armazenado e utilizado em testes por um longo período sem a perda da viabilidade em utilizá-los em culturas, além da fácil manipulação e baixo custo econômico (Sousa *et al.*, 2019).

Os testes com este microcrustáceo são possibilitados devido a sua coabitação em todos os continentes e grande adaptação a mudanças ambientais, ela pode se reproduzir sexualmente ou partenogeneticamente com a liberação de náuplios ou cistos. De acordo com Ohara e Guedes (2017), a artêmia está adaptada a grandes mudanças ambientais, como alteração de salinidade, temperatura e oxigênio dissolvido. Por isso, é utilizada em experimentos laboratoriais como um bioindicador, apresentando uma resposta nítida frente a pequenas variações na qualidade do ambiente.

2.4 Atividade antioxidante

De acordo com Mosca; Sanches e Comune (2017), os radicais livres são estruturas produzidas naturalmente pelo organismo, isso acontece devido ao processo de combustão de oxigênio, servindo como conversores de nutrientes em energia. Os radicais livres não são maléficos à saúde em seu modo natural, porque eles auxiliam no metabolismo e funcionamento do nosso sistema imunológico, mas com o acúmulo dessas moléculas e seu excesso de funcionamento, faz com que as células se tornem tóxicas, o que acarreta diversos problemas e desencadeia várias doenças em nosso organismo. A oxidação causada pelo acúmulo de células de radicais livres pode ser evitada por uma dieta rica em antioxidantes e hábitos saudáveis.

Radicais livres, moléculas liberadas pelo metabolismo compostos por elétrons reativos e instáveis, esses podem causar o envelhecimento e morte celular, isso pode acarretar doenças degenerativas. Tal fato ocorre devido os radicais serem formados no citoplasma, mitocôndrias ou membrana plasmática e seu sítio de formação está relacionado com seus alvos celulares. Eles podem combinar-se com outras moléculas no nosso corpo, assim eles se aniquilam naturalmente e, rapidamente quando a produção é pouca (Mosca; Sanches; Comune, 2017). Eles podem ser liberados em excesso devido situações específicas e entre elas, exercícios físicos demais, alimentos gordurosos, tabagismo e muita exposição ao sol, desencadeando danos como doenças degenerativas tal como Alzheimer e Parkinson ou até mesmo o envelhecimento precoce, além de demais doenças que influenciam diretamente na qualidade de vida (Vasconcelos *et al.*, 2014).

A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos levou ao desenvolvimento de muitos mecanismos de defesa antioxidante,

para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos. Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. (Vasconcelos *et al.*, 2014, p. 213).

A produção contínua entre os radicais livres durante as ações metabólicas, culminou na produção de muitos mecanismos de defesa antioxidativos limitando níveis intracelulares e impedindo a propagação de danos, eles são responsáveis pela inibição de lesões causadas pelos radicais livres, são denominados amplamente como substâncias que, em concentrações básicas em comparação com o substrato oxidativo, limita e barra essa oxidação eficazmente, os antioxidantes têm suas classificações entre enzimáticos e não-enzimáticos (Bianchi; Antunes, 1999).

Ainda sobre os radicais livres, do ponto de vista químico eles são caracterizados como moléculas contendo elétrons não pareados, o que significa que falta um ou mais elétrons na sua distribuição eletrônica. Assim, eles atacam outras moléculas para suprir essa “deficiência” seja doando ou roubando elétrons para se tornarem estáveis, podendo reduzir seus elétrons, ou melhor, oxidar. Essa falta de elétrons na camada de valência o torna reativo e instável, então está sempre em busca de ganhar ou ceder cargas negativas de outras células, ao receber tais cargas ele atua como agente oxidante podendo danificar estruturas, funções e até levar à morte dessa célula. (Bianchi; Antunes, 1999).

Os radicais livres não são nocivos em seus estados naturais e até desempenham funções importantes no organismo, como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o ânion superóxido (O_2^-) agindo no relaxamento de musculatura e inibição da adesão de plaquetas produzindo óxido nítrico e monofosfato de guanosina cíclico. A parte negativa é que, quando acumuladas, essas células podem se tornar tóxicas, enfraquecer nosso sistema imunológico, desenvolvimento de distúrbios e envelhecimento precoce (Mosca; Sanches; Comune, 2017). O organismo consegue lidar com esses radicais através da produção natural de antioxidantes, mas isso pode, em condição pró-oxidante, aumentar os radicais. Uma vez que

A produção excessiva de radicais livres, pode causar muitos danos e morte celular, assim como o risco de desenvolver doenças como câncer, arteriosclerose, diabetes e envelhecimento precoce, portanto é importante estabelecermos o equilíbrio entre os antioxidantes e os radicais livres (oxidantes), havendo uma variedade de meios, tanto de evitar a produção de radicais, quando para estabilizar os que já estiverem ativos (Mosca; Sanches; Comune, 2017, p. 566).

Então é necessário que façamos algumas ações para aumentarmos o poder antioxidante no nosso organismo, dentre elas: exercícios leves e regulares, uso de protetor solar, fotoprotetores orais e uma dieta rica em antioxidantes. Os antioxidantes atuam em diversos

níveis para a proteção dos organismos como primeiro mecanismo de defesa contra os radicais livres é impedir a sua formação, principalmente pela inibição das reações em cadeia com o ferro e o cobre (Mosca; Sanches; Comune, 2017). A inibição das reações em cadeia evita que os radicais livres rompam os tecidos e estruturas dentro e fora das células que se originam, isso faz com que o sistema se torne mais saudável e menos propenso à possíveis oxidações.

Os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Os antioxidantes obtidos da dieta, tais como as vitaminas C, E e A, os flavonoides e carotenoides são extremamente importantes na intercepção dos radicais livres (Mosca; Sanches; Comune, 2017, p. 566).

A intercepção dos radicais livres no organismo, previne o envelhecimento precoce e vários outros danos às células atacadas, apesar de serem produzidos para o bem das células que se originam, acabam se tornando nocivos devido sua produção exagerada, assim, ingerir alimentos ricos em antioxidantes diminuem esse fluxo de produção dos radicais. Outro mecanismo de proteção é o reparo das lesões causadas pelos radicais. Esse processo está relacionado com a remoção de danos da molécula de DNA e a reconstituição das membranas celulares danificadas. Em algumas situações pode ocorrer uma adaptação do organismo em resposta a geração desses radicais com o aumento da síntese de enzimas antioxidantes (Mosca; Sanches; Comune, 2017).

A sobrevivência no ambiente aeróbico é pautada no nível de controle de enzimas antioxidantes dos organismos eucariotos, protegendo as células e tecidos do estresse oxidativo. Estudos ressaltam o uso de nutrientes isolados tratando e prevenindo doenças. Mas uma variedade de alimentos com substâncias que atuam na proteção das células e tecidos, assim como um efeito cooperativo entre vitaminas, frequentemente C e E, assinalando a interação entre elas como um forte componente de inibição da peroxidação lipídica e proteção do DNA (Bianchi; Antunes, 1999).

Antioxidantes possuem capacidade de erradicar espécies de radicais livres, assim como hidroxil e superóxido, também tem capacidade de prevenir mutações no nosso DNA (Ácido Desoxirribonucleico). Muitos antioxidantes usados no mercado são sintéticos. Existem várias metodologias para avaliar o potencial antioxidante de extratos vegetais, Merino *et al.* (2015), por exemplo, utilizou protocolos de ensaios de redução de complexo fosfomolibdênio, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e redução de radicais DPPH em testes com frações de extrato hidroalcoólico da espécie *S. westermanii*. Os dados demonstraram

evidências de que a espécie é fonte potencial de antioxidantes naturais, estimulando assim novos estudos que viabilizem sua utilização no tratamento de patologias associadas aos radicais livres.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Material vegetal: coleta e identificação

O material vegetal da espécie *Magonia pubescens* (Tingui) foi coletado nas proximidades do município de Grajaú-MA, apresentando localização geográfica com as seguintes coordenadas: S=05°50.4448'; O=046°10.3191', coletadas em junho de 2022. Algumas partes da planta (ramos, folhas e frutos) foram prensados, identificados e levados ao herbário do campus para a realização da exsiccata e identificação botânica. Os frutos coletados foram levados ao Campus da Universidade Federal do Maranhão – UFMA para secagem em local seco sob abrigo da luz solar até que o material (frutos) estivesse totalmente seco. A partir daí o material foi levado ao laboratório onde passou por um desmembramento dos frutos, com a retirada da casca, sementes agrupadas e, após, a remoção do envoltório presente para a proteção e facilitação de broto das sementes. As sementes foram imersas em água natural para facilitar a retirada de película que recobre a semente. Em seguida, as sementes do tingui foram armazenadas em recipiente de aço inoxidável (formas) e, levados à estufa em temperatura de 50°C durante 24 (vinte e quatro) horas ou até que o material estivesse completamente seco, e pronto para a trituração.

3.2 Preparo do extrato bruto

A partir do material triturado, prosseguiu-se para a preparação do extrato bruto etanólico utilizando 100 gramas de material vegetal triturado para a um volume de 500 mL de álcool etílico (etanol), a fim de obter uma tintura a 20%. Misturou-se o material e agitou-se vigorosamente por algum tempo, depois os frascos foram armazenados em capela de exaustão por 72 horas com agitação esporádica. Após o período de maceração filtrou-se o material utilizando bomba à vácuo. O extrato foi concentrado em um rotaevaporador e posterior secagem do solvente em capela, obtendo assim o extrato bruto da semente de tingui. O extrato foi armazenado em tubo falcon e guardado sob refrigeração para testes posteriores.

3.3 Triagem fitoquímica

Segundo Silva *et al.*, (2010), a triagem fitoquímica objetiva o conhecimento de constituintes químicos de espécies de plantas e avaliar a presença de grupos de metabólitos. A mesma segue uma metodologia baseada na regência anterior e em Espinoza (2015) com alterações feitas pelo laboratório onde foi desenvolvida a pesquisa.

3.3.1 Saponinas espumílicas

Durante o teste, o primeiro passo foi pesar 0,02 gramas do extrato etanólico seco um tubo de ensaio, esse processo se repetiu mais duas vezes. Em tubos (triplicata) foram adicionados 5 mL de água destilada e, logo após, solubiliza-se para 15 mL. Assim, os tubos foram fechados e um outro tubo foi preenchido com 15 mL de água destilada (teste branco). Em seguida, os tubos foram agitados vigorosamente durante dois minutos. Após esse processo foram deixados em repouso por meia hora.

Resultado esperado: considera – se um resultado positivo para o teste fitoquímico em saponinas espumílicas, a prevalência de uma camada de espuma por mais de meia hora após a agitação.

3.3.2 Açúcares redutores

Foi pesado a massa de 0,02 g do extrato seco (em três tubos de ensaio) e solubilizada essa massa em 5 mL de água destilada. O extrato apresentava dificuldade de dissolução, para isso, utilizamos o Agitador Vórtex alinhado ao banho ultrassônico para possibilitar a dissolução do extrato. Esse processo leva entre dois e cinco minutos ao todo. Após esse processo, retomamos o teste partindo da filtragem. Depois de filtrados os tubos com extrato, foram adicionados 2 mL do reativo de FEHLING A e 2 mL do FEHLING B. Em seguida foi levado à banho Maria em ebulição por 5 (cinco) minutos.

Resultado esperado: o resultado positivo demanda do aparecimento de um precipitado vermelho tijolo, tal aspecto é o indicativo da presença de açúcares redutores. O controle ou teste branco era um quarto tubo de ensaio com 5 mL de água destilada, 2 mL de FEHLING A e 2 mL de FEHLING B.

3.3.3 Alcaloides

Para o teste de Alcaloides, pesou-se 0,04 g do extrato etanólico do tingui em triplicata, em seguida foi adicionado 5 mL de HCl a 5%. A solução fora previamente preparada da seguinte maneira: dissolver 4 g de Iodeto de Potássio e 2 g de Iodo sublimada em 100 mL de água destilada, esse é o reativo de BOUCHARDAT para o teste de alcaloides.

Depois da adição de 5 mL de Ácido Clorídrico (HCl) a 5% nos tubos que continham o extrato é em mais um (esse tubo contém todos os reagentes, menos o extrato) o Branco. Os tubos que continham extrato e a solução de HCl foram levados ao banho ultrassônico e Agitador Vortex por aproximadamente 5 minutos, ou até a dissolução completa do material.

Em seguida foi feita a filtração da solução e depois foram adicionadas 3 a 5 gotas do reativo de BOUCHARDAT.

Resultado esperado: para o teste fitoquímico alcaloides, indica resultado positivo o aparecimento de um precipitado laranja.

3.3.4 Ácidos orgânicos

Foram pesados 0,02 g de extrato em três tubos de ensaio. Após, foram adicionados 5 mL de água destilada nos tubos e no teste branco. Para a solubilização do extrato perante o líquido, os tubos foram levados à Agitador Vórtex em revezamento com o banho ultrassônico até que houvesse total dissolução do material para dar continuidade ao teste em si. Em seguida foram filtrados e, transferidos 2 mL para um tubo de ensaio, também poderia – se transferir 1 mL para uma placa escavada, daí adicionamos 3 a 5 gotas do reativo de PASCOVÁ.

Resultado esperado: demanda reação positiva a descoloração do reativo.

3.3.5 Polissacarídeos

Primeiro foram pesados 20 miligramas do extrato seco em três tubos de ensaio. Em seguida foram adicionados 5 mL de água destilada, esse volume foi colocado nos três tubos e em um quarto tubo (o branco). Os tubos contendo o extrato foram levados à Agitador Vórtex e banho ultrassônico para a total solubilização do extrato, esse processo pode ser rápido ou demorar mais, depende do solvente utilizado durante o processo, este antecede o processo de filtragem. Após a filtração, foi necessário adicionar duas gotas de lugol em cada tubo.

Resultado esperado: o resultado positivo é indicado por uma coloração azul.

3.3.6 Fenóis e Taninos

Deve-se pesar 20 miligramas do extrato seco em três tubos de ensaio. Em seguida, adicionamos 5 mL de água destilada nos tubos e em um 4º tubo (intitulado: branco). Após a adição do volume nas quatro amostras e leva dos tubos de ensaio para o banho ultrassônico e Agitador Vórtex, aliados para uma total solubilidade do extrato no volume dos tubos. Depois, as soluções foram filtradas e, em seguida, adicionadas I ou II gotas de solução alcoólica de Tricloreto de Ferro (FeCl_3) a 1%.

Resultado esperado: qualquer mudança na coloração ou precipitação indica o resultado positivo, se comparados com o teste branco (água+solução de FeCl_3). Isso se mostra em duas situações.

Situação 1: coloração inicial entre o azul e o vermelho, indica a reação positiva, no teste branco não haverá reação.

Situação 2: precipitado de tonalidade azul escuro indica a presença de Taninos pirogálicos, Taninos hidrolisáveis; quando verde, demanda a presença de Taninos catéquicos.

3.3.7 Flavonoides

Para Flavonoides, pesou-se 0,05 g do extrato seco. Depois, foram dissolvidos 10 mL de Metanol, tanto nos tubos contendo o extrato, quanto no branco. Os tubos contendo o extrato e Metanol foram levados à banho ultrassônico e Agitador Vórtex para terem sua parte sólida totalmente dissolvida. Em seguida, foram filtrados, adicionados V gotas de Ácido Clorídrico (HCl) concentrado e raspas de Magnésio.

Resultado esperado: a reação é positiva ao apresentar uma coloração rósea da solução.

3.3.8 Esteroides e Triterpenoides

Para o teste, foram pesados 0,02 gramas do extrato seco. Em seguida, dissolveu-se em 10 mL de Clorofórmio nos tubos do extrato e no tubo para o teste branco. Os tubos com Clorofórmio mais o extrato foram levados cuidadosamente ao banho ultrassônico e Agitador Vórtex até sua completa dissolução. Assim, voltamos à capela e, após filtrados, foram transferidos à tubos de ensaio completamente secos. Logo após, foi adicionado 1 mL de Anidrido Acético e agitar suavemente, em seguida adicionar cuidadosamente, III gotas de Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Tornando a agitar suavemente.

Resultado esperado: indica resultado positivo um rápido desenvolvimento de cores do azul evanescente ao verde persistente. Obs.: Deve-se ter cuidado, uma vez que tal teste pode apresentar uma projeção durante a agitação.

3.4 Toxicidade frente à *Artemia salina* sp.

Os testes de letalidade frente à *Artemia salina* sp. foram de acordo com a metodologia descrita por Meyer *et al.* (1982), com adaptações. Foram dissolvidos 60 gramas de NaCl em 2 L de água, e posteriormente, adicionados 0,5 gramas de cistos de *Artemia salina* sp. e deixados sob agitação mecânica por 24 horas na presença de luz. Após esse período, a água foi substituída por outra solução salina preparada a partir da dissolução de 23 gramas de Cloreto de Sódio (NaCl), 11 gramas de Cloreto de Magnésio hexahidratado ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$), 4 gramas de Sulfonato de Sódio (Na_2SO_4), 1,3 gramas de Cloreto de Cálcio di-hidratado ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) e 0,7 gramas de Cloreto de Potássio (KCl) em 1 L de água destilada e ajustado o pH para 9,0. Os cistos foram adicionados a esta nova solução salina e deixada na presença

de luz, sem agitação mecânica por mais 24 horas. Após esse período, os náuplios de *Artemia salina* sp. foram utilizados na avaliação de toxicidade do extrato da semente de tingui.

3.4.1 Preparo das soluções estoque do extrato

Para o Extrato Bruto Etanólico (E. B. E), foi preparada uma solução estoque com concentração de $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ (2mg.mL^{-1}), utilizando um balão volumétrico de 50 mL. Primeiro foram pesadas 100 mg do extrato seco diretamente no balão volumétrico, após solubilizar em volume de 50 mL com a adição da solução salina já preparada anteriormente, para uma melhor solubilidade do extrato foi utilizado o banho ultrassônico. Para a realização do teste, utilizamos tubos em triplicata para dispor das concentrações variando entre 50 e $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ e no branco. Todos os tubos foram, devidamente, identificados em: tubo 1: amostra A, B e C, e assim por diante até o branco. Após identificadas e preparadas todas as diluições, foram adicionados 10 náuplios de *Artemia salina* sp. em cada tubo de ensaio. As diluições variaram da concentração $2000 \mu\text{g.mL}^{-1}$ na solução estoque, até a concentração de $50\mu\text{g.mL}^{-1}$, no total de 8 diluições, em triplicata. O branco continha $5000\mu\text{L}$ de água destilada. Os tubos de ensaio foram armazenados sob a incidência de luz por 24 horas para a posterior contagem de náuplios mortos e vivos.

3.5 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante seguiu a metodologia proposta por Rufino *et al.* (2017); Santos; Simões; Silva (2011) e Silveira *et al.* (2018) com alterações. Foi preparada solução etanólica de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) à 0,004% e a solução extrato (uma solubilização do extrato em etanol). Para o preparo da solução de DPPH foi utilizado um balão volumétrico envolto por papel alumínio e adicionados 0,01 gramas de DPPH e solubilizado com 250mL de etanol (PA).

Para o preparo da solução mãe (controle positivo - P), foi adicionado uma alíquota de $100\mu\text{L}$ de solução extrato para 2,9 mL de DPPH. Esta diluição deve ser feita “no escuro” e permaneceu por 30 minutos. Para o controle negativo (N) utilizou-se um tubo de ensaio contendo $100\mu\text{L}$ de etanol para 2,9 mL de solução de DPPH, e deixada em local escuro. O Branco (B) continha somente 3 mL de etanol. As diluições contendo amostra foi preparada adicionando etanol e solução extrato de forma a obter concentrações que variaram entre $10\mu\text{L.mL}^{-1}$ e $200\mu\text{L mL}^{-1}$. Após o tempo de 30 minutos, foram realizadas as leituras espectrofotométricas.

O espectrofotômetro ligado vai estar em modo transmitância (T), devemos mudar para o modo Absorbância (A). Ajustamos o comprimento de onda para 517 nm. A leitura iniciou-se utilizando o branco (B), e seguiu-se com a leitura das demais diluições. O percentual de inibição dos radicais DPPH foi calculado através da equação abaixo que mostra o cálculo da atividade antioxidante (%) das amostras do extrato:

$$\%AA = 100 \times \left(\frac{A_{amostra}}{A_{controle}} \right)$$

Em que AA é a atividade antioxidante (%), $A_{amostra}$ é a absorbância da solução contendo a amostra, e $A_{controle}$ é a absorbância da solução de DPPH sem amostra adicionada. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3.6 Análise estatística

Os percentuais de organismos mortos foram obtidos a partir da média aritmética do número de náuplios mortos da triplicata de cada concentração e proporcionalmente comparados ao número de náuplios mortos da solução controle. Os resultados obtidos foram plotados no aplicativo Microsoft® Excel®, obtendo-se o gráfico com eixos de concentração ($\mu\text{g.mL}^{-1}$) por percentual de náuplios mortos (%). As Concentrações Letais médias (CL_{50}), foram obtidas pelo cálculo dos parâmetros de reta a e b, de acordo com a equação: $y = a + b.x$. A Toxicidade para *Artemia salina* (TAS) de uma amostra é determinada quando o valor de x obtido corresponde a $TAS < 1000 \mu\text{g.mL}^{-1}$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Triagem Fitoquímica

De 100g de matéria vegetal, obteve-se um rendimento de 5,6% do extrato bruto etanólico, que apresentou aparência de pasta oleosa amarelada. A triagem fitoquímica do extrato bruto etanólico da semente de tingui, revelou resultados positivos para a presença de saponinas, açúcares redutores, fenóis e taninos, alcaloides e esteroides. Foram observados testes negativos para polissacarídeos, flavonoides e ácidos orgânicos (Tabela 1). No entanto, os resultados negativos apresentados nesta pesquisa para triagem de metabólitos secundários não implicam necessariamente na sua ausência, mas pela pequena quantidade e dificuldade na sua detecção (Brum *et al.*, 2011).

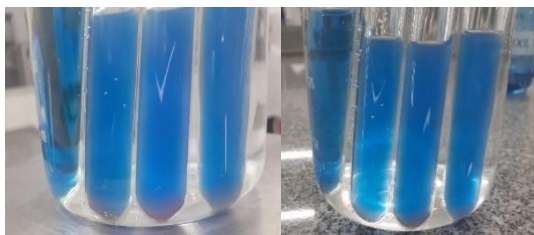
Tabela 1 - Triagem fitoquímica para o extrato etanólico da semente de tingui

CLASSE DE METABÓLITOS	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3
SAPONINAS ESPUMÍDICAS	Positivo	Positivo	Positivo
AÇÚCARES REDUTORES	Positivo	Positivo	Positivo
ALCALOIDES	Positivo	Positivo	Positivo
FLAVONOIDES	Negativo	Negativo	Negativo
ÁCIDOS ORGÂNICOS	Negativo	Negativo	Negativo
ESTEROIDES E TRITERPENOIDES	Positivo	Positivo	Positivo
FENÓIS E TANINOS	Positivo	Positivo	Positivo
POLISSACARÍDEOS	Negativo	Negativo	Negativo

Fonte: Autor, 2023.

Para o indicador de Açúcares redutores foi realizado o teste, que se mostrou positivo com aparecimento de precipitado avermelhado (Figura 2). A presença de açúcares redutores, açúcares que se oxidam na presença de agentes oxidantes devido a presença de grupo carbonílico e cetônico livres, podem agir como agente antioxidante protegendo, por exemplo, da ação da radiação ultravioleta nas células vegetais e animais (Silva *et al.*, 2003; Tavares *et al.*, 2010).

Figura 2 - Teste fitoquímico açúcares redutores



Fonte: Autor, 2023.

No teste da presença de Fenóis e Taninos foi observado mudança de coloração em relação ao branco, porém não foi possível visualizar a presença de precipitado (Figura 3). Os fenóis e taninos possuem propriedades biológicas com interesse farmacêutico como capacidade antioxidante, antibacteriana, antiviral e analgésica (Carvalho; Gosmann; Schenkel, 2010). Plantas ricas em taninos são utilizadas no tratamento de diarréias, hemorragias, cicatrização de feridas e processos inflamatórios em geral (Costa *et al.*, 2010). O tingui tem utilização popular como agente de cicatrização de bicheiras, e o sabão feito da semente de tingui é usado para combater queda de cabelo e micoses.

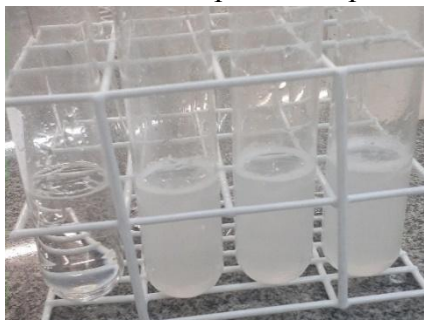
Figura 3 - Teste fitoquímico Fenóis e Taninos



Fonte: Autor, 2023.

O teste para Saponinas espumílicas foi considerado positivo devido a presença de uma camada de espumas permanecer estável por mais de 30 minutos (Figura 4). As saponinas é uma substância anfifílica que provoca uma diminuição da tensão superficial da água, e possuem inúmeras atividades biológicas tais como anti-inflamatória, analgésica, antimicrobiana e antioxidante (Santos; Simões; Silva, 2011).

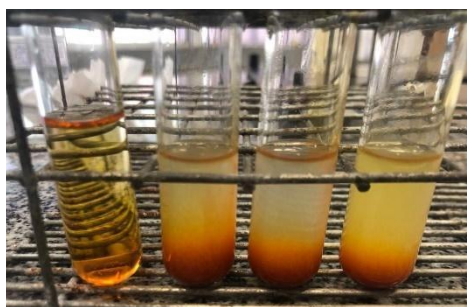
Figura 4 - Teste de Saponinas espumísticas



Fonte: Autor, 2023.

A presença de Alcaloides é confirmada pelo aparecimento de um precipitado laranja avermelhado na adição de 5 gotas do reativo de BOUCHARDAT (Figura 5). Essa classe de metabólitos secundários é continuamente estudada devido ao elevado número de atividades biológicas a eles atribuídas, possuem acentuado efeito no sistema nervoso, sendo muitas das substâncias desse grupo largamente utilizadas como venenos ou alucinógenos. Estudos sobre triagem fitoquímica de plantas do cerrado detectaram a presença de alcaloides, incluindo extratos das folhas e caule de *Magonia pubescens*, corroborando com os resultados desta pesquisa (Silva; Miranda; Conceição, 2010).

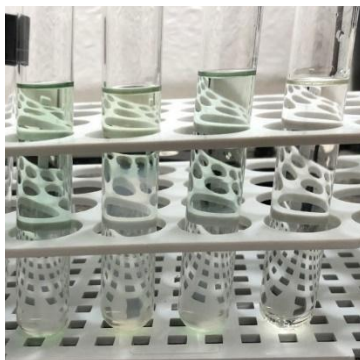
Figura 5 - Teste fitoquímico Alcaloides



Fonte: Autor, 2023.

O teste de Esteroides e Triterpenoides foi considerado positivo o resultado, com aparecimento de coloração esverdeada como relatado em Taiz e Zeiger (2010) (Figura 6). Os triterpenoides possuem atividade anti-inflamatória e ação secretolítica, pois promovem irritação na mucosa brônquica e aumentam também o volume da secreção, facilitando a expectoração (Simões; Spintzer, 2010). Já os esteroides possuem atividades anti-inflamatória e a analgésica (Rodrigues *et al.*, 2010).

Figura 6 - Resultado para a presença de Esteroides e Triterpenoides



Fonte: Autor, 2023.

4.2 Toxicidade frente à *Artemia salina*

O bioensaio de citotoxicidade em *Artemia salina* é proposto para a realização na triagem de novos fármacos, sendo considerado essencial como bioensaio preliminar no estudo de compostos com potencial atividade biológica, e comumente aceito pela comunidade científica em geral. A análise citotóxica realizada neste trabalho, observou-se que, em um período de 24 h, o extrato apresentou toxicidade aguda para mais de 50% da população (Tabela 2) nas concentrações a partir de 250 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, sendo a $\text{CL}_{50} = 308,53$ $\mu\text{g.mL}^{-1}$.

Tabela 2 - Resultados da análise citotóxica do extrato bruto etanólico da semente de *Magonia pubescens*.

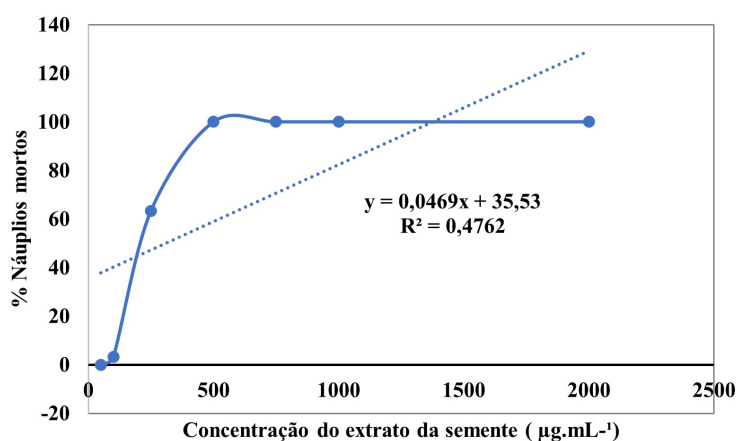
Concentração do extrato ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	Nº de indivíduos expostos (n) por série	Média (%) de indivíduos mortos (24 h)	CL_{50} ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)
50	10	0	308,53
100	10	3,33	
250	10	63,33	
500	10	100	
750	10	100	
1000	10	100	
2000	10	100	
CONTROLE	10	0	

Fonte: Autor, 2023.

O extrato bruto de *Magonia pubescens* foi obtido a partir das sementes da espécie. De acordo com os valores obtidos a partir do bioensaio com *Artemia salina*, a *Magonia pubescens* demonstrou em sua maior concentração (2000 $\mu\text{g.mL}^{-1}$) o percentual de 100 % de náuplios mortos, sem diferença significativa com o percentual de mortos da solução controle

(0 %), conforme ilustrado Figura 7. O valor de CL_{50} calculado a partir dos parâmetros a e b, obtidos da construção do gráfico resultou em um valor numericamente igual à 308,53 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, comprovando que o extrato é moderadamente tóxico. A atividade está possivelmente relacionada com a presença das saponinas ou taninos que apresentam atividade larvicida e aos alcalóides que também são associados a atividades tóxicas (Silva *et al.*, 2004; Pilarski *et al.*, 2010).

Figura 7 - Concentração letal (CL_{50}) que define a morte de metade dos indivíduos.



Fonte: Autor, 2023.

A literatura associa extratos tóxicos e alcalóides a atividades antitumorais, sugerindo assim que o extrato desta espécie possa também apresentar essa mesma característica (Pilarski *et al.*, 2010). Sendo assim, o extrato bruto etanólico das sementes de *Magonia pubescens* gerou resultados satisfatórios, pois em seu *screening* fitoquímico apresentou metabólitos que estão correlacionados biologicamente com seu uso popular, demonstrou em seus resultados citotóxicos uma $CL_{50} = 308,53 \mu\text{g.mL}^{-1}$ que significa que o extrato apresenta moderada toxicidade, visto que o valor determinante do potencial tóxico é próximo de zero. Definido pelo seguimento de reta a e b, de acordo com a equação $y = a+bx$.

4.3 Atividade antioxidante

A atividade antioxidante em extratos pode ser determinada pelo método de captura do radical livre DPPH. Os radicais livres são substâncias benéficas ao sistema, mas o acúmulo delas pode trazer prejuízos à saúde, causar a morte e o envelhecimento precoce das células. O tingui possui uma atividade antioxidante já comprovada, os testes qualitativos de triagem fitoquímica mostraram a presença de Taninos, uma classe de metabólitos secundários responsáveis pelo sabor amargo e atividade antioxidante defendidos por Vizzotto; Krolow e Weber (2010).

O potencial antioxidante das sementes de *Magonia pubescens* foi avaliado pela sua capacidade de inibir a oxidação do radical DPPH e expresso pelo EC₅₀. A espécie apresentou um EC₅₀ de 7581,6 µg.mL⁻¹. O efeito antioxidante tem sido investigado em diversas espécies nativas do cerrado (Farias *et al.*, 2013). Devido a diversidade de expressão de resultados na literatura da atividade antioxidante, determinados por meio do método do DPPH e das variações do método com relação à concentração de DPPH, tempo de incubação, solvente e pH do meio reacional, a comparação dos resultados é limitada. Para Sharma e Bhat (2009) não é possível comparar os dados provenientes de trabalhos que usam protocolos diferentes para determinação do potencial antioxidante pelo método DPPH.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados sugerem que o extrato etanólico das sementes de *M. pubescens* apresentam grupos de metabólitos secundários que corroboram com uso popular para cicatrização, efeito ictiotóxico ou fabricação de sabão para micoses, queda de cabelos. A presença ou não de algum metabólito ou estrutura em uma planta pode variar de uma parte dela para outra, e a presença ou não de tais estruturas pode variar de acordo com o clima, solo e outros fatores biológicos.

O extrato seco da semente do Tingui apresentou uma característica pastosa alaranjada e oleaginosa, devido a grande quantidade de óleo presente na semente, uma vez que é também utilizada na fabricação de sabão. O seu extrato também apresenta boa solubilidade em água. Os testes fitoquímicos confirmaram a presença de alguns metabólitos secundários tais como a presença de Triterpenoides, alcaloides e compostos fenólicos, o que reafirma a capacidade tóxica da espécie. Os alcaloides presentes corroboram com o potencial farmacológico do Tingui, podendo ser utilizado na medicina substituindo drogas como endorfina e escopolamina.

A planta possui um caráter tóxico com CL_{50} 308,53 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. A atividade antioxidante do extrato da semente do tingui é baixa (EC_{50} de 7581,6 $\mu\text{g.mL}^{-1}$), isso está relacionado com sua toxicidade, presença de metabólitos contrários à atividade. Porém, há a necessidade de aprofundamento de estudos no que diz respeito ao extrato da semente do tingui, pois é considerada uma espécie ainda pouco explorada cientificamente, e bastante comum na região de Grajaú-MA.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. W. L. *et al.* 2-O-metilinositol e proantocianidina de *Magonia Glabrata* St. Hill. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 128-136, 1994.
- BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, p. 123-130, 1999.
- BRUM, S. S. *et al.* Esterificação de ácidos graxos utilizando zircônia sulfatada e compósitos carvão ativado/zircônia sulfatada como catalisadores. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, p. 1511-1516, 2011.
- BRUM, S. S. *et al.* **Hidrogel Purificado Reticulado de biomassa do fruto do gênero.** Titular: Fundação Universidade de Brasília/ Centro de apoio ao desenvolvimento tecnológico. BR n. 10201600492. Depósito: 4 mar. 2016. Concessão: 12 set. 2017.
- CARVALHO, C. *et al.* Cipó-cravo (*Tynnanthus fasciculatus* Miers–Bignoniaceae): estudo fitoquímico e toxicológico envolvendo *Artemia salina*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiás, v. 6, p. 51-57, 2009.
- CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G.; SCHENKEL, E. P. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. *In*: SIMÕES, C. M. O. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: Ed. UFSC, 2010. p. 229-246.
- CARVALHO, L. S. *et al.* **Efeito depressor e toxicidade do extrato etanólico da casca de *Aspidosperma subincanum* (Apocynaceae) em camundongos.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2013.
- COSTA, D. A. *et al.* Constituintes químicos, fenóis totais e atividade antioxidante de *Sterculia striata* St. Hil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n. 1, p. 207-212, 2010.
- FARIAS, K. S. *et al.* Antioxidant properties of species from the Brazilian Cerrado by different assays. **Rev. Bras. Plant. Med.**, Maringá, v. 15, n. 4, 2013.
- GIOTTO, A. C.; MIRANDA, F. S.; MUNHOZ, C. B. R. Aspectos da germinação e crescimento de mudas de *Magonia pubescens* A. ST.-HIL. **Cerne**, Lavras (MG), v. 15, n. 1, p. 49-57, 2009.
- GUIMARÃES, V. P. *et al.* Larvicida do extrato bruto etanólico da casca do caule de *Magonia pubescens* St. Hil. Sobre *Aedes albopictus* (Skuse, 1894) (Diptera, Culicidae). **Revista de Patologia Tropical**, Goiás, v. 30, n. 2, p. 243-249, 2001.
- HARRINGTON, M. G. *et al.* Phylogenetic inference in Sapindaceae sensu lato using plastid matK and rbcL DNA sequences. **Systematic Botany**, St. Louis (EUA), v. 30, n. 2, p. 366–382, 2005.
- LHULLIER, C.; HORTA, P. A.; FALKENBERG, M.. Avaliação de extratos de macroalgas bênticas do litoral catarinense utilizando o teste de letalidade para *Artemia salina*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 16, p. 158-163, 2006.

MACEDO, M. C. *et al.* Biometria de frutos e sementes e germinação de *Magonia pubescens* St. Hil (Sapindaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, p. 202-211, 2009.

MARGULIS, Sergio. **Causas do desmatamento da Amazônia brasileira**. Brasília [DF]: Banco Mundial, 2003.

MERINO, F. J. Z. *et al.* Análise fitoquímica, potencial antioxidante e toxicidade do extrato bruto etanólico e das frações da espécie *Senecio westermanii* Dusén frente à *Artemia salina*. **Revista brasileira de plantas medicinais**, Maringá, v. 17, p. 1031-1040, 2015.

MEYER, B. N. *et al.* Brineshrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Planta médica**, New York, v. 45, n. 5, p. 31-34, 1982.

MOSCA, S. S.; SANCHES, R. A.; COMUNE, A. C. A Importância dos antioxidantes na 22 neutralização dos radicais livres: uma revisão. **Revista Saúde em Foco**, São Paulo, n. 9, p. 563-574, 2017.

OHARA, V. C.; GUEDES, J. V. O uso de *artemia salina* sp. como teste para a avaliação da toxicidade da água proveniente de lençol subterrâneo de uma instituição de ensino superior. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2017, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo: Sindicato das Mantenedoras de Ensino Superior (SEMESP), 2017. Disponível em: <https://conic-semesp.org.br/anais/anais-conic.php?ano=2017&act=autores>. Acesso em: 13 set. 2023.

PEREIRA, L. A. **A família Sapindaceae na Floresta Atlântica do Nordeste Oriental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

PILARSKI, R. *et al.* Anticâncer activity of the *Uncaria tomentosa* DC. Preparations with different toxiindole alkaloid composition. **Phytomedicine**, [s. l.], v. 17, p. 1133–1139, 2010.

PIMENTA, F. C. *et al.* Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato bruto etanólico de *magonia pubescens* St. Hil. (sapindaceae). **Revista de Patologia Tropical**, Minas Gerais, v. 29, p. 35-43, jan.-jun. 2000.

PIMENTEL, M. F. *et al.* O uso de *Artemia* sp. como organismo-teste para avaliação da toxicidade das águas residuárias do beneficiamento da castanha de caju antes e após tratamento em reator biológico experimental. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol.**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 15-22, 2011.

REZENDE, F. M. *et al.* Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. **Laboratório de Ensino de Botânica**, v. 93, 2016.

ROCHA, Juliana Almeida *et al.* Tingui (*Magonia pubescens*): Caracterização física dos frutos. *In*: FÓRUM FEPEG, 8., 2014, Montes Claros. **Anais eletrônicos** [...]. Minas Gerais: Universidade Estadual de Montes Claros, 2014. Tema: Universidades: saberes e práticas inovadoras. Disponível em: <http://www.fepeg2014.unimontes.br/?q=publicacao-anais>. Acesso em: 14 set. 2019.

RODRIGUES, K. A. F. *et al.* Prospecção fitoquímica e atividade moluscicida de folhas de *Momordica charantia* L. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 17, p. 69–76, 2010.

RUFINO, M. S. M. *et al.* Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico on line**, Fortaleza (CE), 2007. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT/10224/1/Cot_127.pdf. Acesso em: 14 set. 2019.

SANTOS, E. C.; FEITOSA, A. C. Análise geoambiental e percepção de unidades de paisagem no município de Grajaú-Maranhão. **InterEspaço: Revista De Geografia E Interdisciplinaridade**, Grajaú, v. 6, n. 19, p. 1-24, 2021.

SANTOS, F. M.; SIMÕES, J. C.; SILVA, J. R. A. Otimização das condições de extração de saponinas em *Ampelozizyphus amazonicus* usando planejamento experimental e metodologia de superfície de resposta. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 9, p. 1629-1633, 2011.

SARAIVA, R. C. F. **Saberes e fazeres tradicionais do cerrado: Sabão de tingui (*Magonia pubescens*)**. Brasília [DF]: Decanato de Extensão/UnB, 2012. 40p.

SHARMA, O.; BHAT, T. DPPH antioxidant assay revisited. *Química Alimentar*, [s. l.], v. 113, n. 4, p. 1202-1205, 2009.

SILVA, H. H. G. *et al.* Atividade larvicida de taninos isolados de *Magonia pubescens* St. Hil. (Sapindaceae) sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae). **Rev. da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 37, n. 5, p. 396-399, set-out, 2004.

SILVA, I. G. *et al.* Efeito larvicida e toxicológico do extrato bruto etanólico da casca do caule de *Magonia pubescens* sobre *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae), em criadouros artificiais. **Revista de Patologia Tropical**, Minas Gerais, v. 32, n. 1, p. 73-86, jan-jun, 2003.

SILVA, N. L. A.; MIRANDA, F. A. A.; CONCEIÇÃO, G. M. Triagem fitoquímica de plantas de Cerrado, da área de proteção ambiental municipal do Inhamum, Caxias, Maranhão. **Scientia plena**, Sergipe, v. 6, n. 2, p. 1-17, 2010.

SILVA, R. N. *et al.* Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel. **Food Science and Technology**, Campinas (SP), v. 23, p. 337-341, 2003.

SILVEIRA, A. C. *et al.* Método de DPPH adaptado: uma ferramenta para analisar atividade antioxidante de polpa de frutos da erva-mate de forma rápida e reprodu. **Comunicado Técnico 421 - EMBRAPA**, 2018.

SIMÕES, C. M. O.; SPINTZER, V. Óleos voláteis. In: Simões C. M. O. (org.). **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 7. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2010. p. 467-492.

SIMÕES, L. R. **Fitoquímica, atividade antiviral e antioxidante de *Distictella elongata* (Vahl) Urb.(Bignoniaceae)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizontes, 2010.

SOUSA, C. K. F. *et al.* Toxicidade de águas contaminadas com formaldeído através de bioensaios com microcrustáceos. *In:* CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE, 1.; CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 3., 2019, Campina Grande. **Anais eletrônicos**[...] Campina Grande: Centro Multidisciplinar de Estudos e Pesquisas (CEMEP), 2019. Tema: Diálogos entre consumo, desenvolvimento e proteção ambiental. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/63936>>. Acesso em: 30 abr. 2023.

SOUSA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia**: princípios básicos e aspectos gerais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 260 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

TAVARES, J. T. Q. *et al.* Interferência do ácido ascórbico na determinação de açúcares redutores pelo método de lane e eynon. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 805-809, 2010.

VASCONCELOS, T. B. *et al.* Radicais livres e antioxidantes: proteção ou perigo? **UNOPAR Cient. Ciênc. Biol. Saúde**, Paraná, v. 16, n. 3, p. 2013-219, 2014.

VEIGA, L. F.; VITAL, N. Testes de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Artemia* sp. *In:* NASCIMENTO, I. A.; SOUZA, E. C. P. M.; NIPPER, M. **Métodos de ecotoxicologia marinha**. São Paulo: Ed. Artes Gráficas, p. 111-22, 2002.

VENDRUSCOLO, G. S.; MENTZ, L. A. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais como medicinais por moradores do bairro Ponta Grossa, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília (DF), v. 20, p. 367-382, 2006.

VILA VERDE, G. M.; PAULA, J. R.; CANEIRO, D. M. Levantamento etnobotânico das plantas medicinais do cerrado utilizadas pela população de Mossâmedes (GO). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v. 13, p. 64-66, 2003.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 16 p.