



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS - UEA
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA – CESTB
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Análise do perfil químico e determinação do potencial antioxidante dos extratos hidroetanólicos de *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek, obtido no município de Tabatinga-AM

TABATINGA-AM

2024

NAÍRA ASSUNÇÃO DE SÁ HOLANDA

Análise do perfil químico e determinação do potencial antioxidante dos extratos hidroetanólicos de *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek, obtido no município de Tabatinga-AM

Monografia apresentada como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Amazonas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago

TABATINGA-AM

2024



GOVERNO DO ESTADO DO AMAZONAS
CENTRO DE ESTUDOS SUPERIORES DE TABATINGA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NAÍRA ASSUNÇÃO DE SÁ HOLANDA

Análise do perfil químico e determinação do potencial antioxidante dos extratos hidroetanólicos de *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek, obtido no município de Tabatinga-AM.

Aos vinte e nove (29) dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e quatro, a aluna acima citada foi avaliada pela Comissão de Avaliação composta por Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago – Presidente, Dra. Elzalina Ribeiro Soares – Membro e Dra. Sarah Raquel Silveira da Silva Santiago – Membro.

Aprovado aos 29 dias de fevereiro de 2024

TIPO DE AVALIAÇÃO	NOTA DOS AVALIADORES			MÉDIAS
	1º Avaliador	2º Avaliador	3º Avaliador	
ESCRITA	9,0	9,8	9,5	9,4
ORAL	9,0	9,8	9,5	9,4
NOTA FINAL (MÉDIA FINAL)				9,4

Naíra Assunção de Sá Holanda

Naíra Assunção de Sá Holanda
Aluna

[Assinatura]
Prof. Dr. Paulo Alexandre
Coord. Biologia
Port. GR/UEA Nº 710/2023
Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago
1º Avaliador

Elzalina Ribeiro Soares

Dra. Elzalina Ribeiro Soares
2º Avaliador

Sarah Raquel S da S. Santiago

Dra. Sarah Raquel Silveira da Silva Santiago
3º Avaliadora

[Assinatura]
Prof. Dr. Paulo Alexandre
Coord. Biologia
Port. GR/UEA Nº 710/2023
Dr. Paulo Alexandre Lima Santiago
Coordenador do Curso de Ciências Biológicas

Agradecimentos

A Deus, pela minha vida, por sempre me proporcionar força diante da realização dos meus objetivos e, pela oportunidade de vivenciar e finalizar a Graduação. Sou grata por me fazer enxergar sempre o melhor.

A minha família, em especial a minha mãe Valéria Franco de Sá, pelo amor, confiança, fé e por sempre me apoiarem em minhas decisões. Agradeço por fazerem parte desse momento especial.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Alexandre de Lima Santiago que através de seu conhecimento e dedicação me direcionou diante de toda a trajetória deste estudo de pesquisa. Firmamos uma parceria onde o respeito sempre prevaleceu, e acima de tudo a confiança, esta que foi primordial para o meu desenvolvimento. É importante frisar a minha admiração pelo seu trabalho como químico, pelo seu profissionalismo que contribuiu não só para o meu desenvolvimento, mas também para o Centro de Estudos Superiores de Tabatinga – CESTB (UEA).

Aos técnicos Barcelar e Higa, estes que foram atenciosos e nos receberam muito bem nos laboratórios do Mestrado em Biotecnologia da Universidade do Estado do Amazonas localizado na Escola Superior de Saúde (MBT/UEA/ESA).

Ao corpo docente do Centro de Estudo Superiores de Tabatinga – CESTB (UEA), por todos os ensinamentos e aprendizagens que durante esses cinco anos no Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas contribuíram para a prática da minha profissão.

A Universidade do Estado do Amazonas - UEA, pela oportunidade de fazer parte do ensino superior através da aprovação na graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas e, pelos incentivos, tais como as bolsas de estudo que foram disponibilizadas no decorrer do curso. Agradeço pelo comprometimento que a Universidade tem para com seus acadêmicos.

Aos meus amigos do grupo Leõezinhos que, ao longo desta jornada partilhamos vivências, felicidades e também momentos de tristezas, mas nada que uma boa amizade não pudesse resolver através de apoio, abraços e sorrisos aleatórios.

Resumo

A espécie *Maytenus guianensis*, popularmente conhecida como chichuá, chama atenção devido as suas diversas propriedades biológicas como a atividade antioxidante, anti-inflamatórias, antimicrobiano e antiparasitário. Com relação aos compostos químicos encontrados em *M. guianensis*, a literatura destaca os pertencentes à classe dos terpenos e flavonoides como os mais comuns. Apesar de sua ampla utilização na medicina tradicional, *M. guianensis* é pouco explorado em nível fitoquímico no Amazonas, principalmente na região do Alto Solimões. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo analisar o perfil químico e determinar o potencial antioxidante de *M. guianensis*, obtida no município de Tabatinga-AM. Adicionalmente, buscou-se caracterizar ao menos dois compostos químicos presentes no extrato hidroetanólico com maior atividade antioxidante por espectrometria de massas. Para alcançar estes objetivos, foram coletadas amostras de raiz, cascas do tronco, galhos e folhas, foi realizada a identificação da espécie mediante a elaboração da exsicata e, em seguida parte do material botânico passou pelos seguintes procedimentos laboratoriais: higienização, secagem, fragmentação, extração com etanol 70% e filtração. Após a filtração, as amostras foram secas, pesadas, embaladas e enviadas para Manaus onde determinou-se a atividade antioxidante e realizou-se análises de espectrometria de massas. Os rendimentos foram obtidos em porcentagem, no qual o melhor resultado foi expresso pela folha com 21%, seguido da raiz com 13,6%, casca com 8,5% e galho com 3,2%. Determinou-se a atividade antioxidante (AA%) para todas as amostras e, obtiveram-se os seguintes resultados 96,1% para raiz, 99,7% para galhos, 99,7% para casca e 95,7% para folha. Através da técnica de espectrometria de massas, e com base na literatura, foi possível caracterizar sete compostos. Usando o modo negativo de análise, no extrato da raiz, caracterizou-se o Kaempferol-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo, amirina, taraxerol e um flavonol glicosilado encontrado no extrato das folhas. Já no modo positivo, caracterizou-se no extrato da raiz o composto Quercetina-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo e no extrato do galho, encontrou-se o lupeol/friedelina e Ácido betulínico. Por fim, a divulgação do presente estudo é de extrema relevância, pois, incentivará a elaboração de novas pesquisas com plantas medicinais, em especial a *M. guianensis*. E isto contribuirá com o conhecimento científico sobre plantas medicinais da Região do Alto Solimões.

Palavras-chave: *M. guianensis*, região Norte, atividade antioxidante, compostos químicos.

Abstract

The *Maytenus guianensis*, commonly known as chichuá, attracts attention due to its diverse biological properties such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and antiparasitic activities. Regarding the chemical compounds found in *M. guianensis*, the literature highlights those belonging to the terpenes and flavonoids classes as the most common. Despite its widespread use in traditional medicine, *M. guianensis* is underexplored in phytochemical terms in the Amazon, especially in the Alto Solimões region. Therefore, the present study aimed to analyze the chemical profile and determine the antioxidant potential of *M. guianensis*, obtained in the municipality of Tabatinga, AM. Additionally, efforts were made to characterize at least two chemical compounds present in the hydroethanolic extract with higher antioxidant activity through mass spectrometry. To achieve these objectives, samples of roots, trunk bark, branches, and leaves were collected. The species was identified by preparing an exsiccata, and then part of the botanical material underwent the following laboratory procedures: cleaning, drying, fragmentation, extraction with 70% ethanol, and filtration. After filtration, the samples were dried, weighed, packaged, and sent to Manaus, where antioxidant activity was determined, and mass spectrometry analyses were conducted. Yields were obtained as percentages, with the best result expressed by the leaf at 21%, followed by the root at 13.6%, bark at 8.5%, and branch at 3.2%. Antioxidant activity (AA%) was determined for all samples, yielding the following results: 96.1% for the root, 99.7% for branches, 99.7% for bark, and 95.7% for leaves. Using mass spectrometry, and based on the literature, seven compounds were characterized. In negative mode analysis, the root extract was characterized by Kaempferol-3-O-galactosyl(1-2)ramnoside, amyrin, taraxerol, and a flavonol glycoside found in the leaf extract. In positive mode, the root extract was characterized by the compound Quercetin-3-O-galactosyl(1-2)ramnoside, and in the branch extract, lupeol/friedelin and betulinic acid were found. In conclusion, the dissemination of this study is of utmost importance as it will encourage the development of new research on medicinal plants, especially *M. guianensis*. This will contribute to scientific knowledge about medicinal plants in the Alto Solimões region.

Keywords: *M. guianensis*, North region, antioxidant activity, chemical compounds.

Lista de Figuras

Figura 1. Massa e rendimento da raiz, galhos, cascas e folhas de <i>M. guianensis</i>	15
Figura 2. Exsicata de <i>M. guianensis</i>	17
Figura 3. Atividade antioxidante do extrato da raiz, casca, galho e folha de <i>M. guianensis</i>	17
Figura 4. Espectro de massas do extrato em etanol 70% da raiz em modo negativo.....	19
Figura 5. Espectro de massas do extrato em etanol 70% dos galhos em modo negativo.....	19
Figura 6. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das cascas em modo negativo.	19
Figura 7. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das folhas em modo negativo.....	20
Figura 8. Composto 01 - Flavonoide caracterizado por espectrometria no modo negativo.....	20
Figura 9. Composto 02 e 03 – Terpenos caracterizados por espectrometria no modo negativo.	21
Figura 10. Composto 04 – Flavonoide caracterizados por espectrometria no modo negativo....	21
Figura 11. Espectro de massas do extrato em etanol 70% da raiz em modo positivo.....	22
Figura 12. Espectro de massas do extrato em etanol 70% dos galhos em modo positivo.....	22
Figura 13. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das cascas em modo positivo.	23
Figura 14. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das folhas em modo positivo.....	23
Figura 15. Composto 05 – Flavonoide caracterizado por espectrometria no modo positivo.	24
Figura 16. Composto 06 – Terpeno caracterizado por espectrometria no modo positivo.....	24
Figura 17. Composto 07 – Terpeno caracterizado por espectrometria no modo positivo.....	24

Lista de Tabelas

Tabela 1: Compostos encontrados na espécie <i>Maytenus guianensis</i> Klotzsch Ex Reissek.....	8
---	----------

Lista de Abreviaturas e Siglas

AA	Atividade Antioxidante
HPLC	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
EM	Espectrometria de Massas
<i>m/z</i>	Razão massa sobre carga
nm	Nanômetro
g	grama
kg	quilograma
mg	Miligrama
mL	mililitro
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
µL	microlitro

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O USO PLANTAS MEDICINAIS	3
2.2 DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL, CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS E COMPOSTOS QUÍMICOS DA FAMÍLIA CELASTRACEAE	4
2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MEMBROS DO GÊNERO <i>MAYTENUS</i>	5
2.4 DESCRIÇÃO DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS, PROPRIEDADES MEDICINAIS E PRINCIPAIS CLASSES DE COMPOSTOS QUÍMICOS DE <i>MAYTENUS</i> <i>GUIANENSIS</i> KLOTZSCH EX REISSEK	6
3. OBJETIVOS	13
3.1 OBJETIVO GERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4. MATERIAIS E MÉTODOS	14
4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA E PREPARO DE EXSICATA.....	14
4.2 ELABORAÇÃO DOS EXTRATOS HIDROETANÓLICOS DE <i>M. GUIANENSIS</i>	14
4.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO DOS EXTRATOS	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5.1 RENDIMENTO DOS EXTRATOS E DEPÓSITO DE EXSICATA.....	15
5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS.....	17
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas com o objetivo de promover a manutenção da saúde humana é certificado por registros de longa data, dando ênfase aos povos egípcios, chineses, indianos, assírios e mesopotâmicos. As plantas eram utilizadas com fins medicinais, para tratar desde acne, gota, infecções bacterianas, distúrbios psicológicos e gastrointestinais, febres e até epilepsia, tudo isso com a aplicação de formulações simples, como chás, pós, cataplasmas, defumadores, tinturas, decoctos, dentre outras formulações herbais (BALUNAS e KINGHOM, 2005; HALBERSTEIN, 2005; LIMA, 2016).

Dentre as plantas com atividades biológicas de grande interesse, destaca-se a espécie *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek, árvore originária de terra firme da floresta Amazônica, conhecida popularmente como chichuá (xixuá). Esta planta possui propriedades medicinais notáveis, com ênfase a sua raiz e caule que, tradicionalmente agem como anti-inflamatório, analgésico, antirreumático, afrodisíaco, cicatrizante, antifúngico, antibacteriano, antiprotozoário, ginecológico, e vários outros efeitos terapêuticos (BORRÁS, 2003; PRATA e MENDONÇA, 2009; MENEGUETTI, 2015).

Cientificamente, sabe-se que a referida espécie possui atividade genotóxica (SILVA, 2016), antibacteriana (SILVA, 2016), antiparasitária (MENEGUETTI, 2015), antimicrobiana (LIMA, 2016), leishmanicida (LIMA, 2017), citotóxica (LIMA, 2017), e, alguns relatos sobre a atividade antioxidante (HURTADO *et al.*, 2015). Estudos sobre o potencial antioxidante da espécie são escassos, principalmente na Região do Alto Solimões.

Um antioxidante é caracterizado por sua capacidade de prevenir a oxidação, agindo de forma eficaz mesmo em concentrações relativamente baixas quando comparada ao substrato oxidável. Biologicamente, antioxidantes são compostos que desempenham um papel essencial na proteção dos sistemas biológicos contra os efeitos prejudiciais dos processos ou reações que resultam na oxidação de moléculas ou estruturas celulares (VANNUCCHI e MARCHINI, 2014; PREVEDELLO e COMACHIO, 2021).

A utilização de antioxidantes naturais obteve um crescimento significativo à medida que as propriedades dos compostos fornecidos pelas plantas no metabolismo secundário, vêm sendo descobertas. Esses compostos atuam como sequestradores de radicais livres, quelantes de metais, agentes redutores ou desativadores do oxigênio, ou

podem apresentar mais de uma de tais funções (CANTERLE, 2005; HURTADO *et al.*, 2015).

Diante do que foi exposto sobre o potencial químico e biológico de *M. guianensis*, e tendo em vista a importância regional da espécie, este trabalho teve como objetivo, realizar um estudo fitoquímico e avaliar o potencial antioxidante dos extratos e substâncias isoladas das cascas, folhas, raízes e caule de *M. guianensis* no município de Tabatinga/AM. Com o propósito de contribuir diante da escassez de conhecimentos em pesquisas científicas sobre o uso deste material botânico, destacando seus compostos químicos e suas propriedades terapêuticas, com ênfase a atividade antioxidante.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE O USO PLANTAS MEDICINAIS

Conforme aponta a literatura, os relatos sobre o uso de organismos vegetais para fins medicinais iniciaram por volta de 2600 anos a.C., na região da Mesopotâmia, através do registro de mais de mil formulações provenientes de materiais vegetais com propriedades terapêuticas. Outros registros históricos como o Papiro de Ebers, tratado médico elaborado no Antigo Egito em 1550 a.C., documentaram mais de setecentos princípios ativos, dos quais a maioria tem origem vegetal (BERNARDINI *et al.*, 2018; CAMARGO, 2022).

Conforme apresentado, historicamente a humanidade traz consigo um conjunto de informações obtidas através do seu relacionamento com o ambiente onde vive, a fim de, satisfazer suas necessidades e garantir sua sobrevivência. Dentre estas informações, que auxiliaram na sobrevivência dos seres humanos e na elaboração de diversos tratados de fitoterapia, têm-se o conhecimento sobre as plantas medicinais que são transmitidas de geração a geração, com o objetivo de conservar a tradição sobre as suas aplicações (CORRÊA JUNIOR, LIN e SCHEFFER, 1991; CASTRO, 2022).

Entretanto, apenas o conhecimento transmitido, não garante que o consumo de fitoterápicos ou de elaborações provenientes de plantas medicinais é um procedimento seguro ou confiável, pois, muitos compostos oriundos de plantas medicinais são reconhecidos como xenobióticos por nosso organismo, ou seja, são substâncias estranhas que podem, ou não, gerar algum efeito nocivo. Para solucionar este problema, é fundamental o desenvolvimento de pesquisas que forneçam evidências científicas que revelem os benefícios da exposição a um determinado composto. Vale ressaltar que quanto mais evidências científicas sobre o uso de plantas medicinais houverem, estas podem contribuir para o aumento do conhecimento e conservação da biodiversidade (BRASIL, 1995; GARNERO *et al.*, 2015).

Quando se fala sobre biodiversidade, os olhos do mundo se voltam para o Brasil que, apresenta uma vasta diversidade biológica ainda pouco explorada no que se refere à pesquisa de prospecção e criação de novos medicamentos ou metabólitos bioativos. Estes metabólitos, também denominados de metabólitos secundários, são obtidos a partir de plantas medicinais (SOUSA *et al.*, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2019). Tendo ciência da importância e notando-se a grande diversidade de substâncias químicas produzidas pelas espécies vegetais, entende-se que estes metabólitos secundários podem servir como mo-

delos de novas moléculas alvo para aplicações farmacológicas, assim podendo vir a se tornar novos medicamentos (XIE *et al.*, 2018; FIGUEIREDO, 2019).

Em estudo realizado por Diniz *et al.*, (2013) têm-se que a Amazônia é composta por uma flora diversificada e, o uso de plantas medicinais é considerado uma prática antiga na região, sendo o legado de muitas tribos indígenas que anteriormente habitavam o território. Este legado foi transmitido na forma de conhecimentos tradicionais de geração para geração, o que auxiliou a população no uso de plantas para o tratamento de doenças. Dentre as famílias botânicas, com propriedades medicinais, encontradas na Região Amazônica têm-se a Asteraceae, Bignoniaceae, Crassulaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Zingiberaceae e Celastraceae (ARRUDA *et al.*, 2011; MACHADO e VARGAS, 2018).

2.2 DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL, CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS E COMPOSTOS QUÍMICOS DA FAMÍLIA CELASTRACEAE

A família Celastraceae é um grupo que contém 96 gêneros, que abrangem aproximadamente 1350 espécies, sendo a maioria encontrada em regiões de clima tropicais e subtropicais. As plantas dessa família são consideradas dicotiledóneas lenhosas, sendo identificadas como árvores, arbustos ou trepadeira (BUKHARI, JANTAN e SEYED, 2015; CAMARGO, 2022).

As espécies podem exibir folhas simples, alternas ou opostas; coriácea ou membranosa; pecioladas; com lâmina inteira; estipuladas inconspícuas ou sem estípulas, e sem meristema basal persistente. Os representantes deste grupo vegetal podem apresentar folhas resinosas com epiderme mucilaginosa, lâmina com cavidades secretoras; mesófilos com idioblasto esclerenquimatoso e ductos menores sem floema (VALLADÃO, 2011; LIMA, 2016).

Os membros desta família são conhecidos por apresentar compostos químicos com diversas atividades biológicas tais como, atividade analgésica, anti-inflamatória, antitumoral, antimicrobiana, antioxidante, anticolinesterásica, dentre outras (MAGALHÃES *et al.*, 2011; CLARICE *et al.*, 2014; MENEZES *et al.*, 2014; FERREIRA *et al.*, 2017; CRUZ *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2019; CAMARGO, 2022).

Dentre os representantes deste grupo botânico, destacam-se os do gênero *Maytenus*, pois, estes apresentam diversos metabólitos secundários com atividades

biológicas. Alguns destes metabólitos pertencem à classe dos flavonoides glicosilados, triterpenos pentacíclicos friedelânicos e quinonametídeos, esteroides, sesquiterpenos, glicosídeos, secofriedelanos, derivados agarofurânicos, proantocianidinas, catequinas, alcaloides e os piridínicos sesquiterpênicos (HURTADO, 2013; LIMA, 2016).

É importante salientar que os triterpenos quinonametídeos, ocorrem somente em espécies da família Celastraceae sendo então, um dos aspectos levados em consideração em quimiotaxonômia. Dos compostos pertencentes a esta classe, destacam-se a tingenona e a pristimerina ambos isolados das raízes de muitas espécies da referida família, tendo elevada toxicidade contra diversas linhagens cancerígenas (CHENG *et al.*, 2020; ARAÚJO, 2021).

2.3 CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS MEMBROS DO GÊNERO *MAYTENUS*

A designação *Maytenus* é oriunda da palavra “Maytén”, esta que foi utilizada primeiramente no Chile, pelo povo “Mapuche” que significa Homem da terra. Segundo as tradições sul americanas, são conferidas inúmeras aplicações terapêuticas as plantas do gênero *Maytenus* dentre elas, destacam-se seu uso no tratamento de doenças gástricas (BRASIL, 2013; SILVA, 2016). Além de ser o maior gênero dentro da família Celastraceae, os organismos do gênero *Maytenus* possuem grande utilidade química, farmacológica e botânica (HUANG *et al.*, 2021; FIGUEIREDO, 2022).

No Brasil, especificamente na Região Norte, são descritas 11 espécies endêmicas pertencentes ao gênero *Maytenus*, sendo elas o *M. guianensis*, *M. floribunda*, *M. gonoclada*, *M. ebenifolia*, *M. laevis*, *M. sapotiformis*, *M. myrsinoides*, *M. laurina*, *M. oblongata*, *M. sprucei* e *M. obtusifolia* (LOMBARDI; GROppo; BIRAL, 2015; LIMA, 2016). Destas espécies, sete foram exploradas em nível fitoquímico sendo elas, a *M. laevis*, *M. obtusifolia*, *M. ebenifolia*, *M. gonoclada*, *M. myrsinoides*, *M. floribunda* e *M. guianensis* (NAKAGAWA *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2008; HURTADO, 2013; LIMA, 2016).

A literatura revela o aumento das pesquisas envolvendo o isolamento e identificação de metabólitos bioativos das espécies do gênero *Maytenus* nas últimas décadas. Alguns dos compostos identificados pertencem à classe dos triterpenóides, dos quais destacam-se o lupano, triterpenóides friedelanos, triterpenos oleananos, sesquiterpenos, alcaloides e taninoides sendo, este último, com potente atividade antitumoral (HUANG *et al.*, 2021).

Os triterpenos friedelanos de *Maytenus*, apresentam vastas estruturas, em que o seu esqueleto básico é proveniente do ácido oleanólico, em que, são observados o deslocamento das metilas para as seguintes posições C-4, C-5, C-9, C-14 e duas metilas geminadas em C-17 (HUANG *et al.*, 2021; FIGUEIREDO, 2022). De acordo com a literatura os triterpenos friedelanos friedelan-3-ona, 1 α ,29-dihidroxifriedelan-3-ona demonstram atividade antimicrobiana e o friedelano 3,15-dioxo-21 α -hidroxifriedelano isolado de *M. robusta* agiu no combate à úlceras que foram induzidas em camundongos (SOUSA *et al.*, 2017; FIGUEIREDO, 2022). Outras atividades biológicas descritas para as plantas do gênero *Maytenus* são a antinociceptiva, antioxidante, antiplasmodial, citotóxica, mutagênica, antiparasitária, fungicida e bactericida (JORGE *et al.*, 2004; MAGALHÃES *et al.*, 2011; HURTADO, 2013; MENEGUETTI *et al.*, 2014; MENEGUETTI, 2015; LIMA *et al.*, 2016a; LIMA *et al.*, 2016b; LIMA, 2016).

Sabendo que o gênero *Maytenus* é vasto e, conforme foi exposto sobre o grande potencial farmacológico, propriedades terapêuticas, atividades biológicas e variedades de metabólitos secundários bioativos produzidos pelos membros deste grupo, é de elevada importância a compilação dos dados contidos na literatura sobre as espécies mais relevantes para a prospecção de compostos com atividade antioxidante e antimicrobiana. Dentre as espécies mais estudadas do gênero *Maytenus*, destaca-se a *M. guianensis*, devido a sua importância farmacológica diante de sua utilização pelas populações tradicionais, no qual o efeito antiparasitário, antimutagênico e antígenotóxico, já foram identificados na referida espécie (MENEGUETTI *et al.*, 2014; SILVA, 2016; FIGUEIREDO, 2019).

2.4 DESCRIÇÃO DOS ASPECTOS MORFOLÓGICOS, PROPRIEDADES MEDICINAIS E PRINCIPAIS CLASSES DE COMPOSTOS QUÍMICOS DE *MAYTENUS GUIANENSIS* KLOTZSCH EX REISSEK

A espécie *M. guianensis* é uma árvore que apresenta porte mediano sendo comumente encontrada na Amazônia onde, popularmente, é conhecida como chichuá, xixuá, chuchahuasi, chucchu huashu, chuchuasi e chuchasha (MENEGUETTI, 2015; SILVA, 2016).

Morfologicamente, a espécie *M. guianensis* apresenta folhas elípticas, inteiras, cartáceas, acuminadas, coriáceas e lustrosas na face superior, chegando a medir entre de 10-20 cm de comprimento e 3-4 cm de largura. A veia central é elevada em ambas as faces, já as veias secundárias são imperceptíveis. Quanto ao ápice, o mesmo possui uma

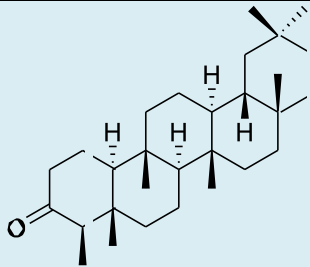
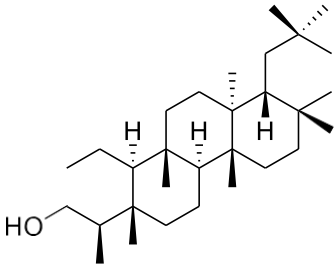
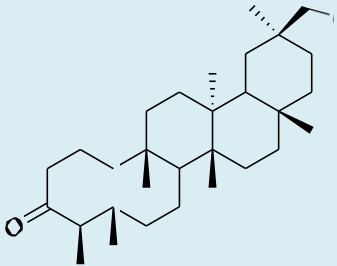
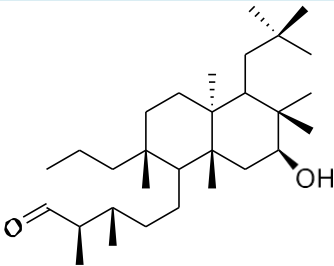
terminação estreita, e o pecíolo apresenta 4 mm de largura. A espécie apresenta ainda a inflorescência axilar (ou seja, a flor se origina entre a folha e o caule), destacando grande quantidade de flores, estas que são pequenas e apresentam pétalas em número de cinco ou múltiplos. O cálice (conjunto das sépalas) é colorido e composto por dentes decíduos, enquanto as pétalas são de cor branca e possuem a porção apical mais larga do que a porção basal, o fruto surge em forma de cápsula ovoide, e suas sementes são do tipo oblongas com arilo de cor branca (REVILLA, 2002; LIMA, 2016).

Como atividades biológicas e propriedades medicinais descritas para a espécie, têm-se a antioxidante, antimicrobiano, antirreumático, anti-inflamatório, antidiarreico, relaxante muscular, analgésico e afrodisíaco. Em geral, usa-se o chá das folhas para o tratamento de gripe, resfriado, bronquite, artrite, impotência, lumbago, hemorroidas, verminoses e usos ginecológicos. Na forma de pomada, o extrato de *M. guianensis*, pode ser utilizado para o tratamento de erupções cutâneas ou como creme que auxilia na prevenção do câncer de pele (BORRÁS, 2003; MACARI; PORTELA e POHLIT, 2006; HURTADO *et al.*, 2015; LIMA, 2016; SILVA, 2016).

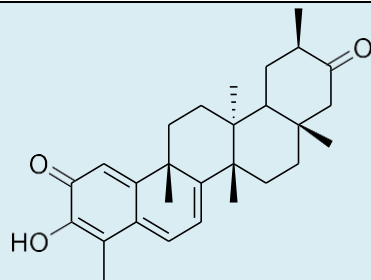
Conforme relatos da literatura, nas espécies do gênero *Maytenus* estão presentes vários metabólitos secundários pertencentes às classes dos triterpenos, flavonóides, alcaloides e taninos. Tendo isso, na espécie *M. guianensis* não seria diferente, pois, além destes já mencionados, também são encontrados compostos da classe das cumarinas, antraquinonas e saponinas (BRUNI *et al.*, 2006; SILVA, 2016).

Conforme os dados científicos disponíveis na literatura sobre os compostos bioativos de *M. guianensis*, nota-se que este organismo possui moléculas que apresentam diversas propriedades biológicas. As estruturas químicas de alguns destes compostos químicos bioativos com maior ocorrência nos estudos, as massas moleculares e suas respectivas propriedades biológicas, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Compostos encontrados na espécie *Maytenus guianensis* Klotzsch Ex Reissek.

Nº	Composto	Isolado da	Atividade	Referência
1	 <p>Massa molecular: 412,37</p> <p>Friedelina</p>	Casca	Antimicrobiana, Antiproliferativa, Proapoptótica, Anti-inflamatória, Analgésica, Alo-pática.	Martucciello, et al., 2010; Antonisamy; Durai-pandiyan; Ignacimuthu, 2011; Santos et al., 2008; Lima, 2016.
2	 <p>Massa molecular: 428,40</p> <p>Friedelinol</p>	Casca	Antimicrobiana, Antiparasitária	Meneguetti, 2015; Lima, 2016.
3	 <p>Massa molecular: 442,38</p> <p>20-oxifriedelan-3-ona</p>	Casca	Antimicrobiana; Anti-inflamatórias, Antioxidantes e Antitumorais	Meneguetti, 2015; Hurtado; Lima, 2016; Lima, 2017.
4	 <p>Massa molecular: 442,38</p> <p>16β-hidroxifriedelan-3-ona</p>	Casca	Antimicrobiana, Antioxidante, Anti-inflamatória.	Lima, 2016.

5



Massa molecular: 420,27

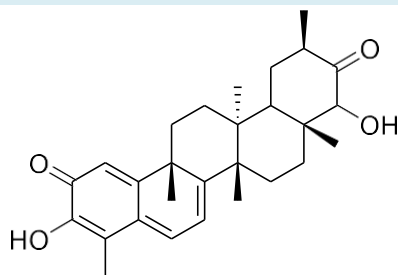
Tingenina B

Casca

Antimicrobiana

Lima, 2016

6



Massa molecular: 436,26

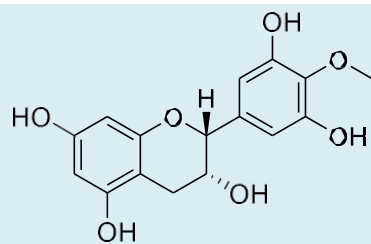
Tingenona

Casca

Antimicrobiana

Meneguetti,
2015; Lima,
2016; Lima,
2017.

7



Massa Molecular:320,09

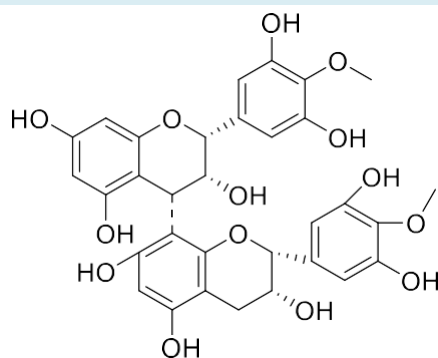
4'-O-metil-epigallocatequina

Raiz e casca

Antioxidante e Antimicrobiana

Sousa et al.,
1986; Lima,
2016; Macari;
Portela; Pohlit
2006.

8



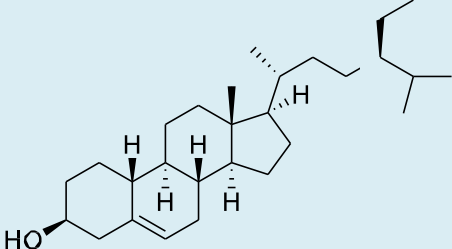
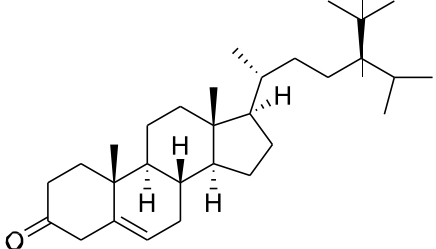
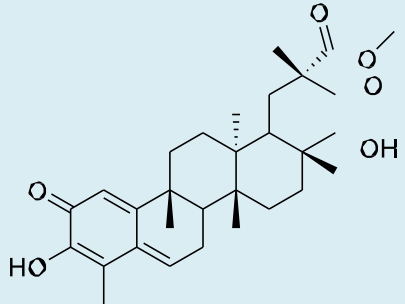
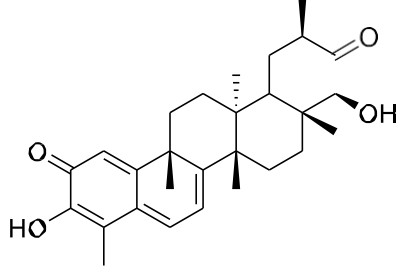
Massa molecular: 638,16

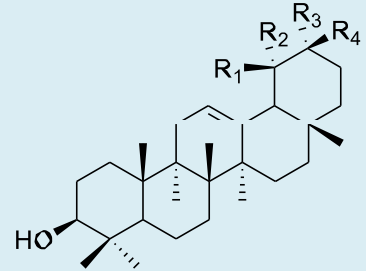
Proantocianidina-A

Raiz e casca

Antioxidante

Sousa et al.,
1986; Horst,
2008.

9	 <p>Massa molecular: 400,3</p> <p>β-sitosterol</p>	Raiz e casca	Analgésica, Antitumoral, Antiparasitária, anticitotóxica e antimutagênica	Sousa et al., 1986; Meneguetti, 2015; Humacayo, Magalhães, 2018.
10	 <p>Massa molecular: 426,39</p> <p>Sitosterona</p>	Raiz e casca	Não determinada	Sousa et al., 1986; Lima, 2017.
11	 <p>Massa Molecular: 496,2</p> <p>22β-hidroxipristimerina</p>	Casca	Antimicrobiana	Meneguetti, 2015; Lima, 2017.
12	 <p>Massa Molecular: 436,26</p> <p>22β-hidroxitingenona</p>	Casca	Anti-inflamatória e Antioxidante	Meneguetti, 2015.

13		Casca	Antiparasitária	Meneguetti, 2015; Araújo, 2018.
	β -amirina R1=R2=H; R3=R4 CH ₃ α -amirina R1=CH ₃ R2=R4=H R3=CH ₃			

Fonte: Elaboração própria.

Conforme observado na tabela acima a literatura aponta diversos compostos bioativos oriundos de *M. guianenses*. Dentre eles destacam o composto (1), que pode ser obtido de várias espécies vegetais. Este composto pertence à classe dos terpenos pentacíclicos que, em geral, são compostos que apresentam ação antinociceptivas, antipiréticas e anti-inflamatórias (SUNIL *et al.*, 2013; FERRO, 2016). Conforme relatos da literatura quando o composto (1) ocorre em espécies do gênero Celastraceae, este serve de estrutura precursora dos triterpenos quinonametídeos, metabólitos que possuem ação antitumoral (BICALHO *et al.*, 2019; MAZZEU, 2019).

Com relação aos compostos (2), (3), (4) e (5), estes são classificados como triterpenos pentacíclicos, pois, estruturalmente apresentam-se na forma de três átomos de carbonos, que podem apresentar-se com cinco anéis constituídos por seis átomos de carbono (NUÑEZ *et al.*, 2005; LIMA, 2016). Todos estes compostos são de origem vegetal e ocorrem em membros da família Celastraceae (AGUILAR *et al.*, 2019). Algumas dessas propriedades descritas para os triterpenos pentacíclicos são a antitumoral, hepatoprotetora, anti-inflamatória, antibacteriana, anti-HIV, anti-tripanosoma e leishmanicida (RADI *et al.*, 2023).

O composto (6) é classificado como triterpeno quinonametídeo. A tingenona, composto (6), possui a capacidade de inibir o crescimento de *Microcystis novacekii*, uma cianobactéria que produz microcistinas. As microcistinas são toxinas que estão relacionadas a acidentes ambientais, casos de intoxicação de animais e seres humanos (SILVA *et al.*, 2013; SILVA, DUARTE e VIEIRA FILHO, 2014).

Já os compostos (7) e (8) são flavonóides, sendo classificados como compostos polifenólicos. Tais substâncias possuem potencial terapêutico, devido à sua diversidade de atividades biológicas. Para estes compostos, são descritos na literatura a atividade antioxidante, antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, anti-inflamatória

dentre outras (FLAMBÓ, 2013; MORAES *et al.*, 2022). Vale ressaltar que, os derivados dos flavonoides representam mais de um terço das moléculas aprovadas pelo FDA-Food and Drug Administration (CATANEO, 2020; MORAES *et al.*, 2022).

Os compostos **(9)** e **(10)** são triterpenos tetracíclicos pertencentes à classe dos esteróides, sendo originados do cicloartenol triterpenóide do tipo esterol encontrado em plantas. Os fitoesteróis são os esteróides mais comuns detectados em plantas, e além disso, caracterizam-se por apresentarem um ou dois carbonos extras que são responsáveis por formar uma cadeia lateral especificamente no carbono 24, onde passam a ser numerados como 28 e 29 (DEWICK, 2009; ROMA, 2018)

Os compostos **(11)** e **(12)** são triterpenos quinonametídeos, estes são metabólitos secundários exclusivamente encontrados em indivíduos da família Celastraceae (CORSINO *et al.*, 2000; SILVA, DUARTE e VIEIRA FILHO, 2014). Estes compostos apresentam atividade tripanocida, vermicida, citotóxica e antitumoral (DUARTE *et al.*, 2006; MORITA *et al.*, 2008; LIMA, 2016).

O composto **(13)** representa a α - amirina e β - amirina, os quais são triterpenos pentacíclicos. Esta classe apresenta como principais grupos representativos moléculas com esqueleto do tipo ursano, oleonano, lupano e hopano. A α - amirina pertence ao grupo de metabólitos que apresentam estrutura química semelhante ao ursano. Já a β - amirina similar ao oleonano. Estruturalmente as duas substâncias diferem somente no grupo metil na posição do C-19, para a α - amirina, e C-20 na β -amirina (NOGUEIRA *et al.*, 2019; SILVA, 2022).

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o perfil químico e potencial antioxidante dos extratos hidroalcóolicos das diferentes partes anatômicas de *M. guianensis* Klotzsch ex Reissek (Celastraceae) obtido no município de Tabatinga-Amazonas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar a exsicata da espécie e depositar no Herbário Didático da UEA/CESTB;
- Avaliar o potencial antioxidante dos extratos hidroetanólicos obtidos das diferentes partes de *M. guianensis*;
- Determinar o perfil químico dos extratos hidroetanólicos da espécie por espectrometria de massas;
- Caracterizar ao menos dois compostos presentes nas amostras bioativas por espectrometria de massas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE COLETA E PREPARO DE EXSICATA

O município de Tabatinga está situado a Oeste do Estado do Amazonas, na tríplice fronteira entre Brasil-Colômbia-Peru, possuindo uma área de 3.266,064 km². De acordo com dados do IBGE 2018, o município apresenta 63.635 mil habitantes, sendo o município mais populoso de sua microrregião. A coleta do material botânico foi realizada no dia 03 de dezembro de 2022, nas coordenadas geográficas 4°11'30.2"S 69°53'57.2"W, próximo ao Sítio Deus me deu, Tabatinga – AM, Brasil. Foram coletadas folhas, cascas, galhos e raízes da planta.

Após a coleta, o material botânico foi conduzido ao Laboratório de Ensino de Química e Pesquisa em Produtos Naturais, do Centro de Estudos Superiores de Tabatinga – CESTB para o preparo da exsicata e elaboração do extrato.

A exsicata foi confeccionada conforme descrito por Silva et al., (2019), com algumas adaptações de acordo com a Figura 2. As amostras foram higienizadas com etanol 70%, prensadas e, postas para secar em estufa de lâmpadas incandescentes na temperatura de 35°C. O processo de secagem ocorreu por cinco dias. Após este tempo, as amostras foram posicionadas em papel cartão de cor branca, etiquetadas e, envoltos por papel madeira, ambos devidamente proporcionais às medidas descritas na literatura.

4.2 ELABORAÇÃO DOS EXTRATOS HIDROETANÓLICOS DE *M. guianensis*

Os extratos foram elaborados de acordo com protocolo estabelecido por Almeida (2019). Para elaboração do extrato, inicialmente, as amostras foram higienizadas com água destilada e em seguida foram submetidas à secagem em estufa por 30 min à 40 °C. Após este procedimento, as amostras foram cortadas em pequenos fragmentos e em seguida pesou-se, separadamente, 3 g das diferentes partes anatômicas da planta em erlenmeyers de 250 mL. Após a pesagem, foram adicionados a cada um dos erlenmeyers 100 mL de etanol 70%. O experimento foi realizado à temperatura ambiente, em triplicada por 24 horas. Ao final do tempo experimental, foi realizada a filtração e secagem em banho de areia por 72 horas à 40 °C. Quando secas, as amostras foram pesadas e o rendimento dos extratos foi calculado.

4.3 DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E DETERMINAÇÃO DO PERFIL QUÍMICO DOS EXTRATOS

O teste de atividade antioxidante foi realizado nos Laboratórios do Mestrado em Biotecnologia da Universidade do Estado do Amazonas localizado na Escola Superior de Saúde (MBT/UEA/ESA). A atividade antioxidante foi determinada através da reação de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) em microplaca, conforme Molineux, (2004).

O ensaio foi realizado em placa de elisa de 96 poços aplicando-se 30 μ L das amostras diluídas em metanol grau HPLC, à concentração de 1 mg/mL, e 270 μ L de solução de DPPH de acordo com a Figura 4. O experimento foi realizado em triplicata. Para o controle utilizou-se ácido gálico. Após 30 minutos de reação as placas foram conduzidas até o aparelho espectrofotômetro para determinação da absorbância em $\lambda = 517$ nm.

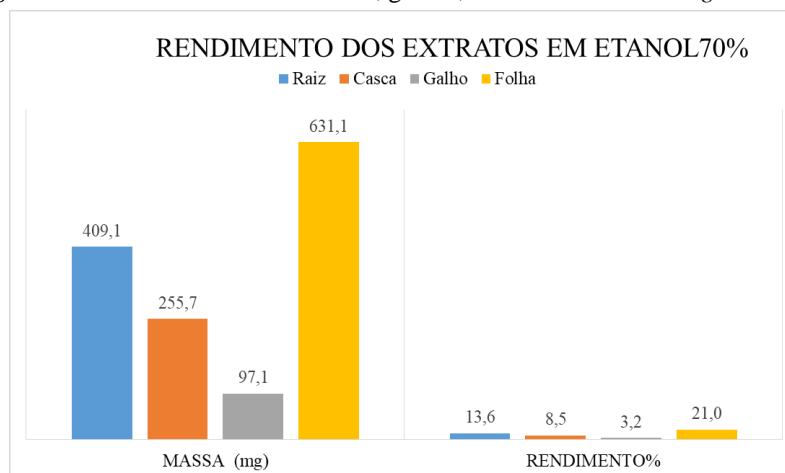
O perfil químico da amostra foi obtido em espectrômetro de massas de modelo TSQ Quantum Access, com fonte ESI (Thermo Científico) operando em modo positivo e negativo. Para o processamento dos dados de espectrometria de massas, utilizou-se o software Xcalibur e, as estruturas caracterizadas foram desenhadas no ChemDraw.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RENDIMENTO DOS EXTRATOS E DEPÓSITO DE EXSICATA

Para o cálculo do rendimento foi utilizado como referência a massa de partida da amostra, 3 gramas, e a massa de extrato bruto obtido de cada uma das partes anatómicas da planta. O rendimento foi calculado em porcentagem conforme estabelecido na Figura 6, que apresenta o rendimento de extratos de *M. guianensis* em etanol 70%, obtidos a partir de diferentes partes da planta: raiz, casca, galho e folha.

Figura 1. Massa e rendimento da raiz, galhos, cascas e folhas de *M. guianensis*.



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a figura 2, o melhor rendimento foi expresso pela folha, que obteve 631,1 mg de massa no extrato bruto e alcançou 21,0%. Seguido da raiz com massa equivalente a 409,1 mg e percentual de 13,6%, a casca com 255,7 mg constituiu 8,5% e, galho que mediante 97,1 mg apresentou o rendimento de 3,2%.

Ao comparar os resultados do presente estudo com os obtidos por Anjos et al., (2023), que elaboraram o extrato etanólico do caule e folhas da espécie *M. evonymoides* usando etanol 80%, observa-se que o rendimento do extrato das folhas foi 0,21%, partindo de 3,632 g de material botânico e, o extrato bruto do caule obteve 0,14% partindo de 3,074 g da amostra verifica-se que o processo de extração do presente estudo foi mais eficiente, pois, partindo de uma quantidade de massa inicial menor e utilizando um volume menor de solução extratora, mas, trabalhando com o material vegetal fragmentado, o rendimento observado foi superior, com ênfase na amostra da folha na qual obteve-se 21% de rendimento, um resultado superior ao atingido pelo autor anteriormente citado. Vale ressaltar que o rendimento das demais partes, raiz, casca e galho, utilizadas na execução do presente estudo, apresentaram rendimentos superiores aos do autor.

Dentre os relatos encontrados na literatura envolvendo trabalhos com espécies do gênero *Maytenus* e o uso de métodos de extração semelhantes aos empregados neste trabalho, destaca-se Figueiredo (2019), que obteve o extrato etanólico das partes aéreas de *M. erythroxylon*. Em sua metodologia o autor submeteu 4,0 Kg da amostra em pó à maceração com etanol a 95 %, que gerou massa de 404,0 g, logo, seu rendimento foi de 10,1%. Ao comparar com o presente estudo, com base nas partes aéreas folhas, que resultou em 21%, nota-se que o autor obteve um rendimento inferior.

De acordo com a pesquisa realizada por Figueiredo (2022) que elaborou o extrato etanólico das raízes de *M. distichophylla*, utilizando 3,620 kg em pó das raízes da amostra vegetal por maceração com etanol 95%. A solução hidroetanólica obteve massa de 622,97g do extrato etanólico bruto das raízes logo, seu rendimento foi de 17,2%. Quando comparado com o rendimento da raiz do referido estudo, que resultou em 13,6%, conclui-se que Figueiredo (2022) alcançou um rendimento superior. Entretanto, é importante enfatizar que o autor anteriormente citado usou massa de partida superior à utilizada neste estudo. Logo, torna-se evidente que o método e o material botânico utilizados geram influencia nos resultados, comprovando que os percentuais dos rendimentos de *M. guianenses* neste estudo foram significativos, pois,

mesmo com uma pequena quantidade de massa de partida, apresentou-se valores eficientes de rendimentos botânicos da espécie em estudo.

A exsicata de *M. guianenses* foi confeccionada em três exemplares contendo folhas, galhos, casca e raiz conforme a Figura 2, e foi depositada no Herbário Didático do Laboratório de Recursos Pesqueiros do CESTB (UEA), sob o código NHPA02.

Figura 2. Exsicata de *M. guianensis*.

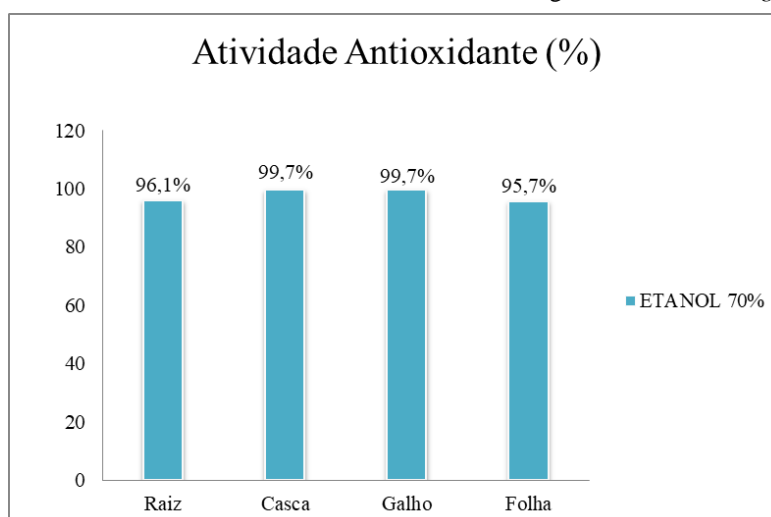


Fonte: Elaboração própria.

5.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS EXTRATOS

A atividade antioxidante de *M. guianensis* foi quantificada através da leitura das amostras no espectrofotômetro, sendo alcançados resultados promissores que, por meio de porcentagem demonstram valores significativos para os extratos hidroetanólicos da espécie *M. guianensis*, conforme observado na figura 4 que apresenta os resultados da atividade antioxidante do extrato da raiz, casca, galho e folha de *M. guianensis* em etanol 70%.

Figura 3. Atividade antioxidante do extrato da raiz, casca, galho e folha de *M. guianensis*.



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico representa a atividade antioxidante de *M. guianensis*, no qual o material vegetal foi extraído com etanol 70% e os extratos foram testados em um ensaio

de captura de radicais livres DPPH, que mostra a capacidade dessa planta de neutralizar os radicais livres. Observa-se que os extratos de *M. guianensis* apresentaram uma forte atividade antioxidante, com valores variando de 95,7% a 99,7%. A atividade antioxidante gerou os seguintes resultados, 96,1% para raiz, 99,7% para casca, 99,7% para galho e, 95,7% para folha. Os resultados do estudo sugerem que *M. guianensis* é uma fonte promissora de metabólitos antioxidantes naturais.

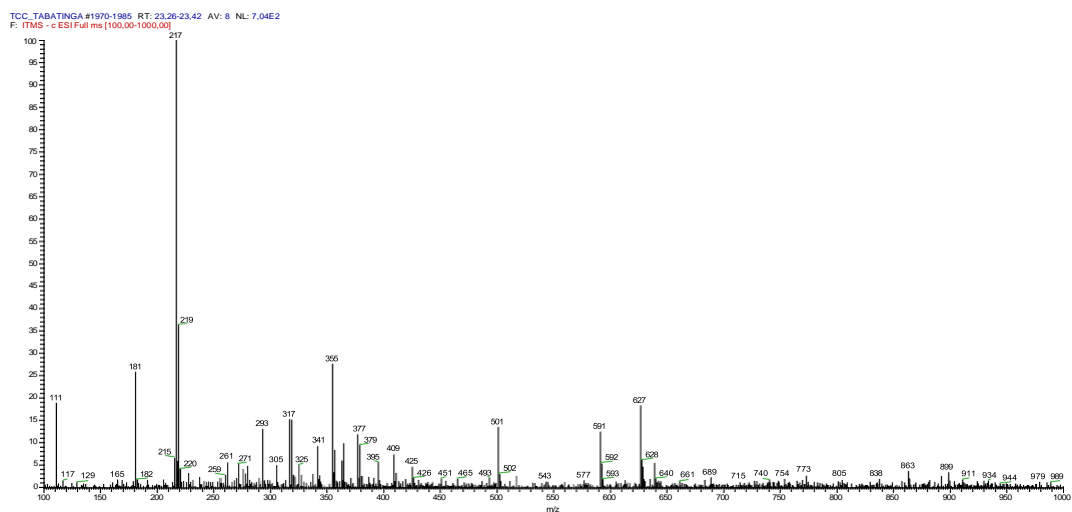
Em conformidade com o estudo descrito por Hurtado et al., (2015), que estudou a capacidade antioxidante de *M. guianensis*, nota-se que o autor obteve resultados significativos que comprovam esta atividade para a espécie. Para tanto, o referido autor utilizou diferentes concentrações do extrato etanólico sendo as quantidades 200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, 150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, 100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$, 50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ e 10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$. Com 200 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ de amostra, o resultado da atividade antioxidante foi de 96,5%, já em 150 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ foi alcançado 95,9%, em 100 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ o resultado foi 89,1%, na concentração de 50 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ 48,8% e, usando a concentração de 10 $\mu\text{g.mL}^{-1}$ foi gerado 9,0% de atividade. Entende-se que o autor alcançou melhores resultados, pelo fato de ter utilizado concentrações fracionadas e inferiores quando comparadas com o presente estudo.

Ao comparar com as análises realizadas por Haida et al., (2012), que avaliou a atividade antioxidante de extratos etanólicos das folhas de *Maytenus ilicifolia* e *Maytenus aquifolium* pelo método de captura DPPH em diferentes concentrações, é possível concluir que o presente estudo apresentou resultados superiores levando-se em consideração os valores percentuais, pois, as folhas de *M. guianensis* resultaram em 95,7% de Atividade antioxidante (AA). Entretanto, é importante enfatizar que Haida et al., (2012) utilizou massas inferiores, e ainda assim alcançou bons resultados. Pois, a AA da espécie *M. aquifolium* apresentou 91,19% em 1000 $\mu\text{g/mL}$, 87,62% em 500 $\mu\text{g/mL}$, 69,76% em 250 $\mu\text{g/mL}$ e 47,14% na concentração de 125 $\mu\text{g/mL}$. Já para a AA de *M. ilicifolia* foi alcançado 90,30% em 1000 $\mu\text{g/mL}$, 85,94% em 500 $\mu\text{g/mL}$, 77,36% em 250 $\mu\text{g/mL}$ e 53,73% em 125 $\mu\text{g/mL}$. Tais resultados publicados por Haida et al. (2012) são de grande importância, pois, certificam a atividade antioxidante presente em espécies do gênero *Maytenus* e, conseqüentemente em *M. guianensis*.

5.3 ANÁLISES DE ESPECTROMETRIA DE MASSA

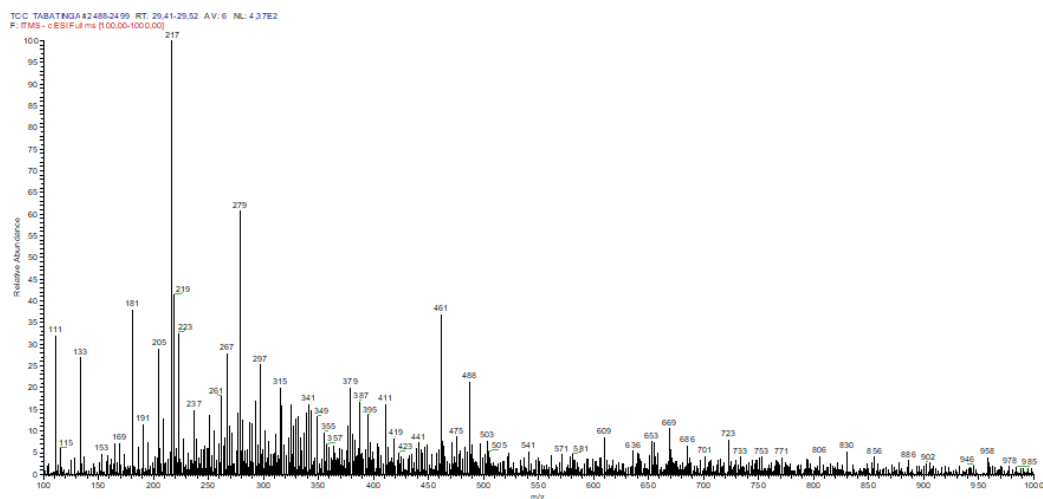
Os compostos químicos foram caracterizados conforme a aquisição dos espectros de massas no modo negativo e positivo. No negativo pode-se observar os espectros de massas de acordo com a Figura 4 – 7.

Figura 4. Espectro de massas do extrato em etanol 70% da raiz em modo negativo.



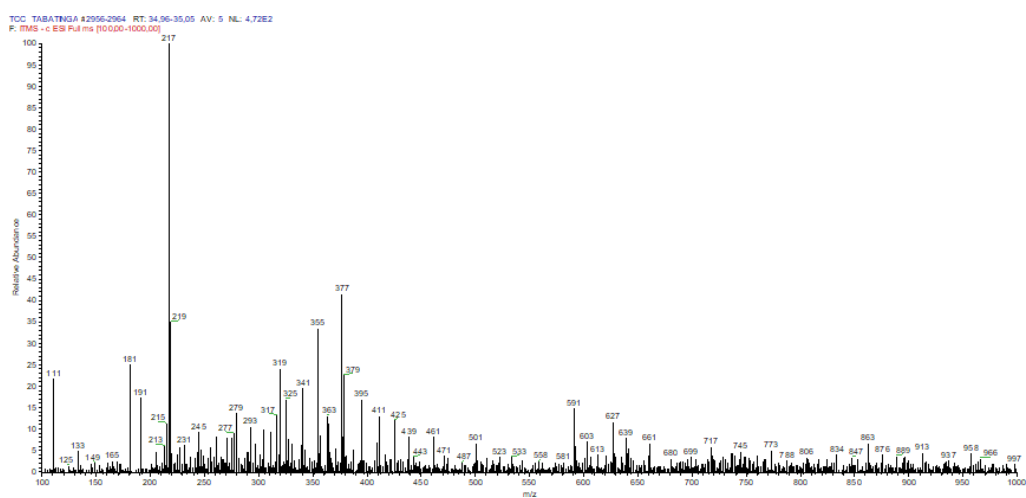
Fonte: Elaboração própria.

Figura 5. Espectro de massas do extrato em etanol 70% dos galhos em modo negativo.



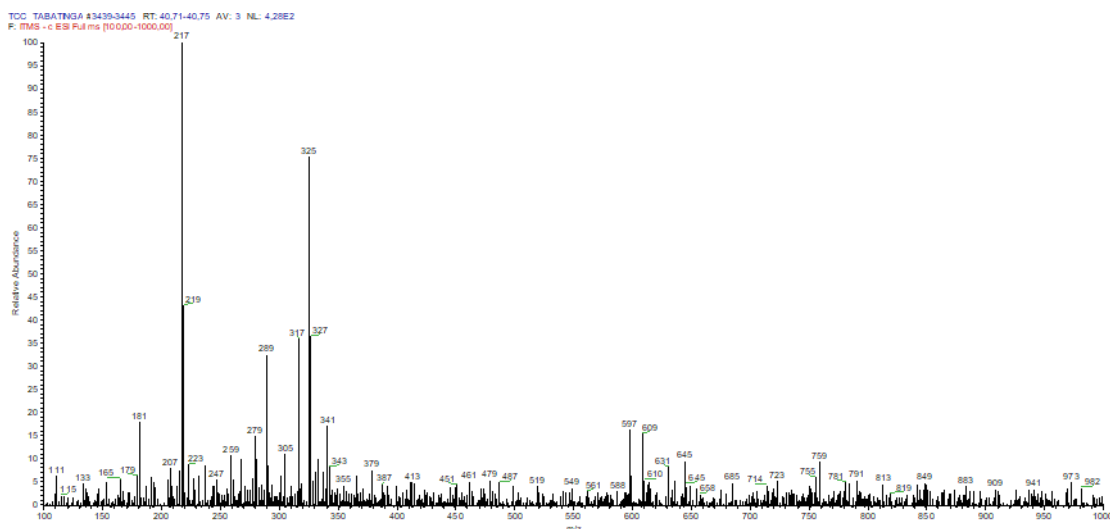
Fonte: Elaboração própria.

Figura 6. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das cascas em modo negativo.



Fonte: Elaboração própria.

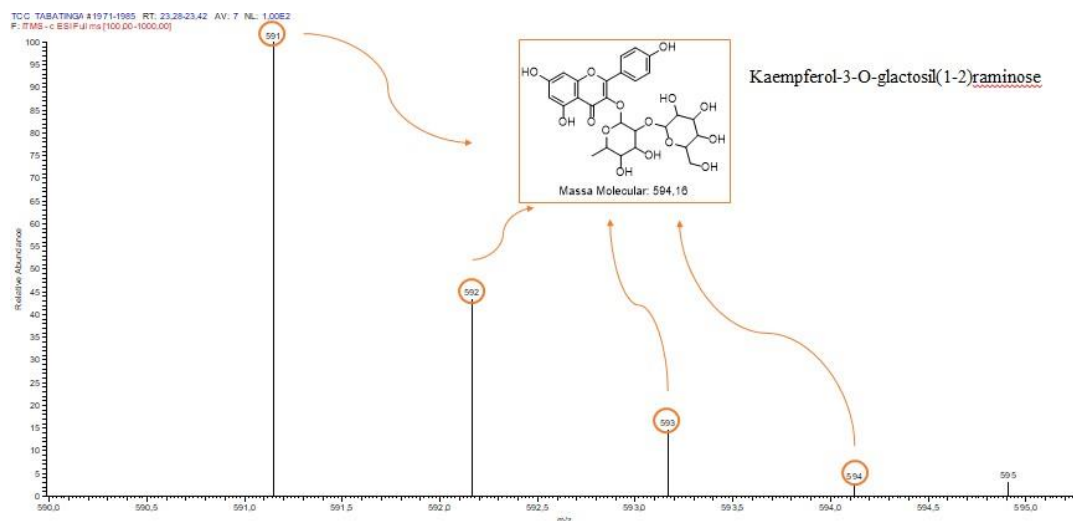
Figura 7. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das folhas em modo negativo.



Fonte: Elaboração própria.

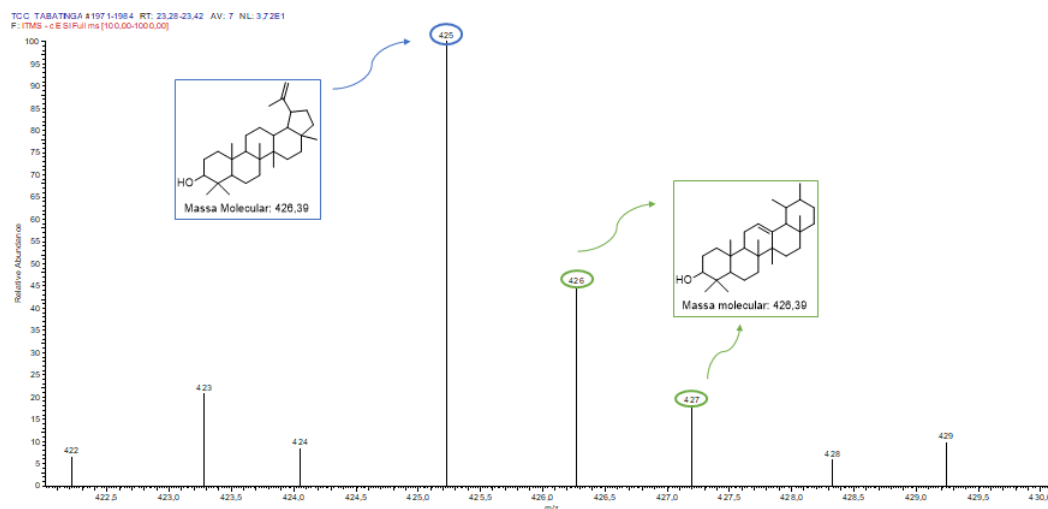
Em conformidade com os dados disponíveis na literatura e, mediante análise minuciosa do perfil químico exposto nas figuras anteriores, caracterizou-se em modo negativo, quatro compostos químicos, sendo três pertencentes ao extrato da raiz em etanol 70% e, o outro, foi detectado no extrato das folhas em etanol 70%. Destes quatro compostos, foram reconhecidos dois flavonoides sendo o composto **01** apresentado na Figura 8, composto 04 na Figura 10 e, dois terpenos, compostos **02** e **03**, apresentados na Figura 9.

Figura 8. Composto 01 - Flavonoide caracterizado por espectrometria no modo negativo.



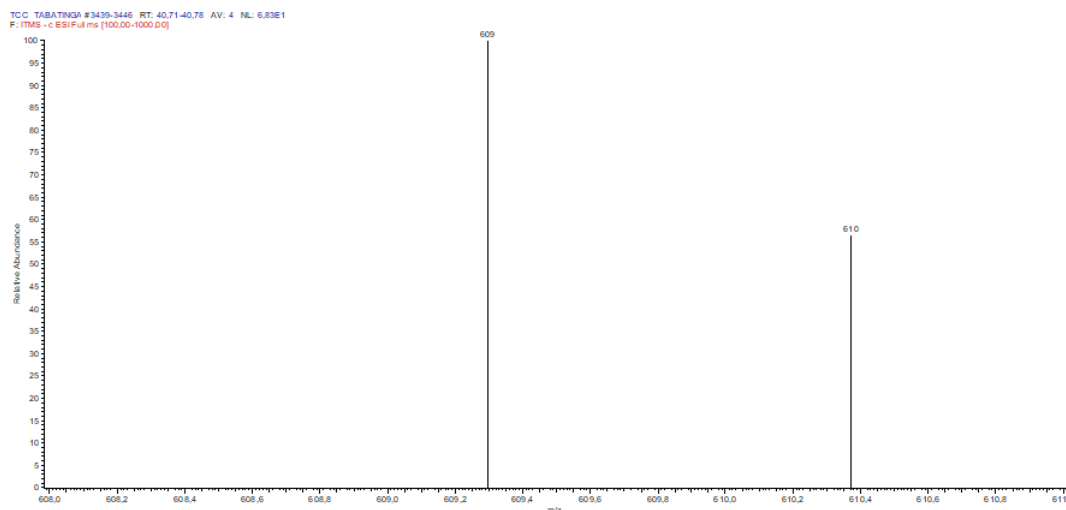
Fonte: Elaboração própria.

Figura 9. Composto 02 e 03 – Terpenos caracterizados por espectrometria no modo negativo.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 10. Composto 04 – Flavonoide caracterizados por espectrometria no modo negativo.



Fonte: Elaboração própria.

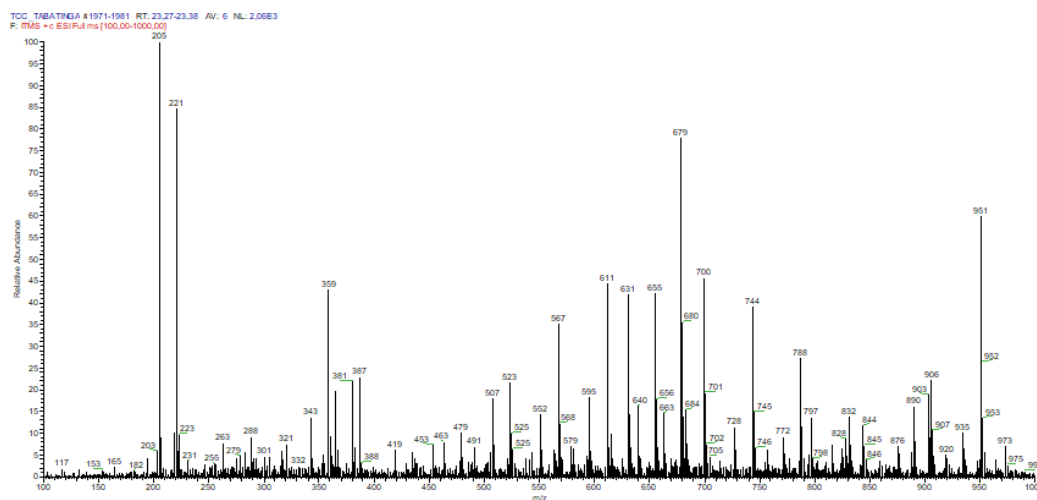
O composto **01** identificado como Kaempferol-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo, com massa m/z $[M-H]^-$ 595 foi encontrado nas folhas de *Maytenus ilicifolia* conforme descrito no estudo de Cabral (2010). Já o composto **02** que foi identificado como Amirina, e possui massa m/z $[M-H]^-$ 425. O composto **03** foi identificado como Taraxerol e apresenta massa m/z $[M-H]^-$ 426. Vale enfatizar que os compostos **02** e **03** foram encontrados nas folhas de *Maytenus aquifolium* e *M. ilicifolia* conforme descrito por Cordeiro, Vilegas e Lanças (1999).

O composto **04**, foi observado como íon m/z $[M-H]^-$ 609 sendo caracterizado como um flavonol glicosilado conforme Souza et al. (2008). Em seu estudo, tem-se que

a maioria dos flavonóis possuem galactose ou glicose, ligados a uma aglicona em sua estrutura, e o íon m/z $[M-H]^-$ 609 é característico deste tipo de composto. No estudo anteriormente mencionado, o composto **04**, $[M-H]^-$ 609 foi encontrado nas folhas de *M. ilicifolia*, o que está em de conformidade com o presente estudo, pois, em o referido composto foi encontrado nas folhas de *M. guianensis*.

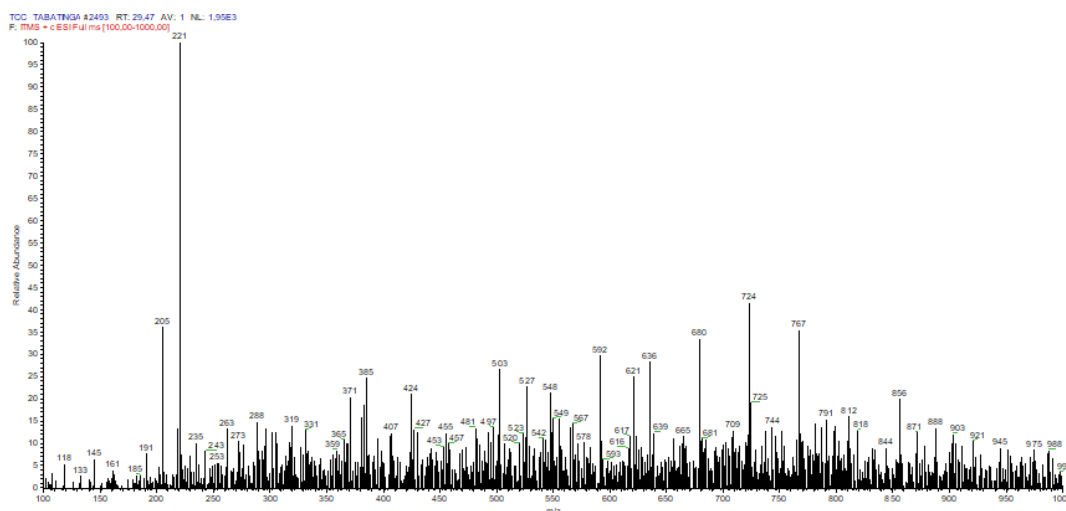
Também foram realizadas as análises de espectrometria de massas no modo positivo e, o perfil químico obtido estão apresentados nas figuras 11-14.

Figura 11. Espectro de massas do extrato em etanol 70% da raiz em modo positivo.



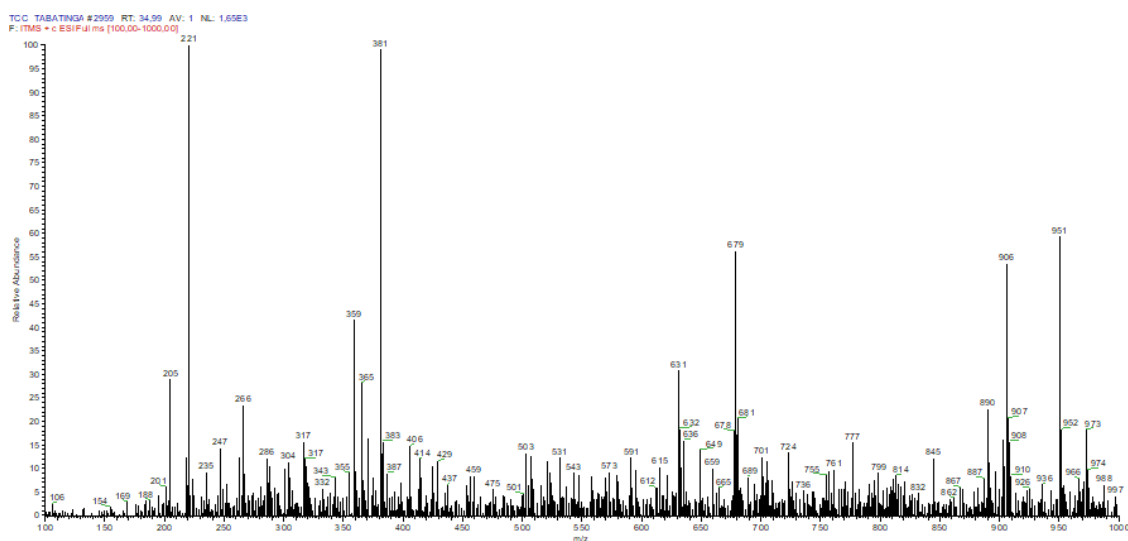
Fonte: Elaboração própria.

Figura 12. Espectro de massas do extrato em etanol 70% dos galhos em modo positivo.



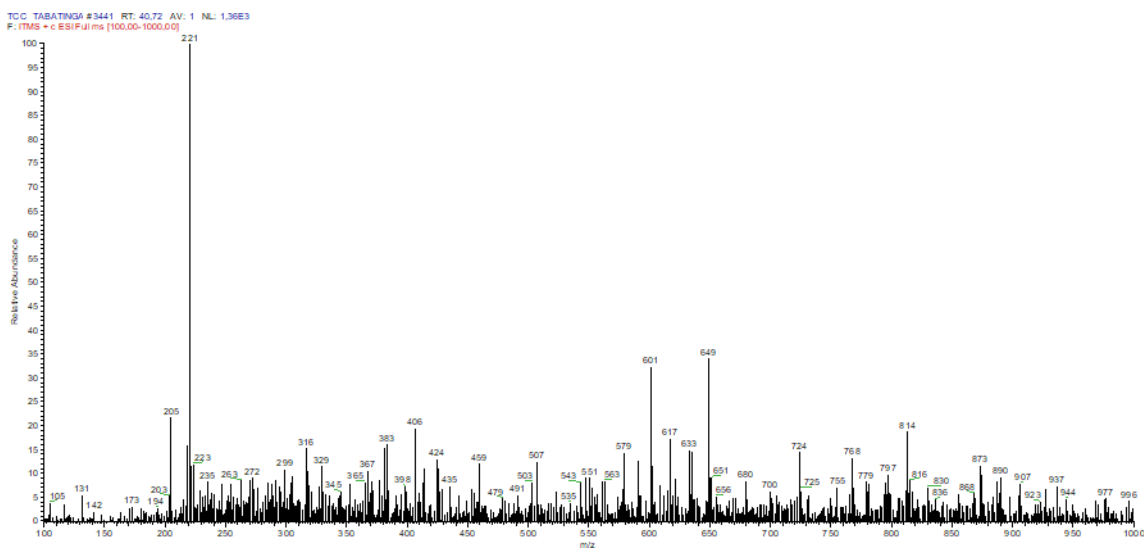
Fonte: Elaboração própria.

Figura 13. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das cascas em modo positivo.



Fonte: Elaboração própria.

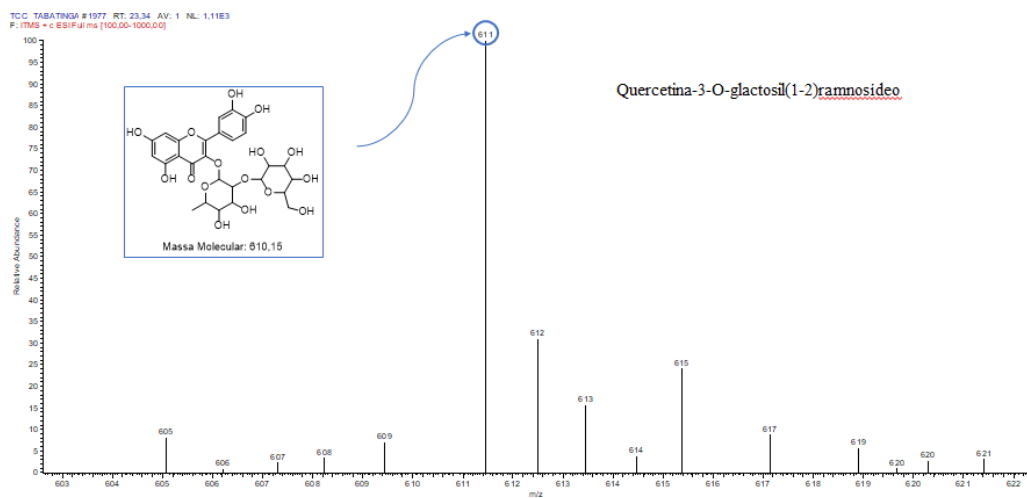
Figura 14. Espectro de massas do extrato em etanol 70% das folhas em modo positivo.



Fonte: Elaboração própria.

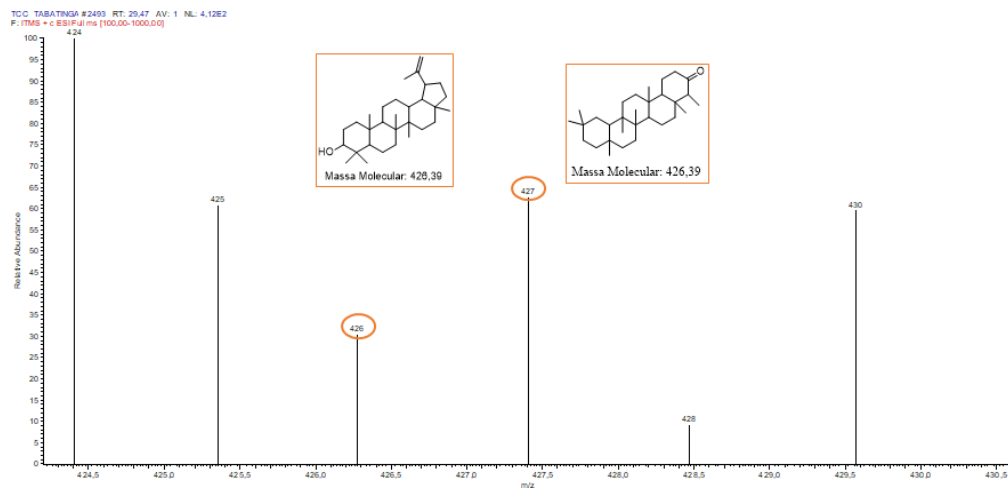
No modo positivo foram caracterizados três compostos mediante dados contidos na literatura e análises específicas do perfil químico expresso nas figuras anteriores. Dos três compostos, um foi encontrado no extrato da raiz em etanol 70% e os outros dois no extrato dos galhos em etanol 70%. Respectivamente os compostos reconhecidos são um reconhecidos um flavonoide (composto **05**) e dois terpenos (compostos **06** e **07**).

Figura 15. Composto 05 – Flavonoide caracterizado por espectrometria no modo positivo.



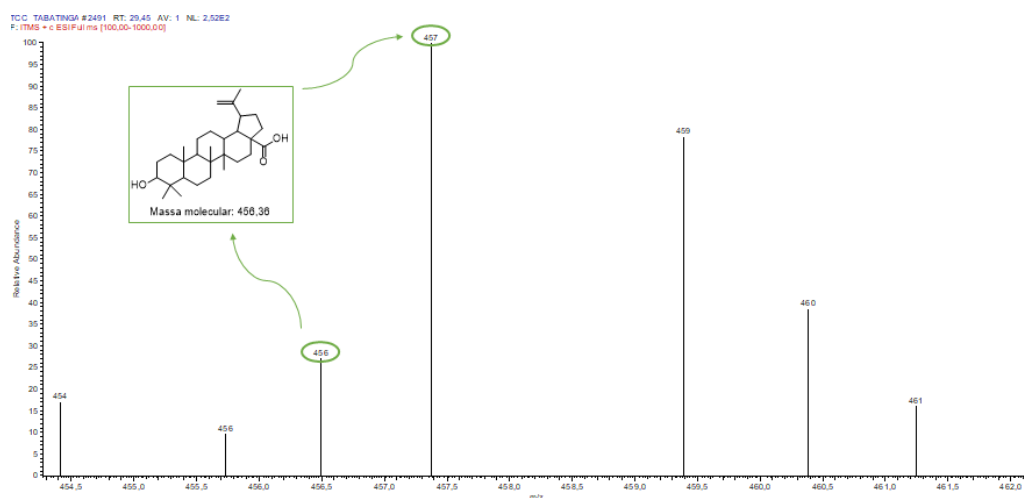
Fonte: Elaboração própria.

Figura 16. Composto 06 – Terpeno caracterizado por espectrometria no modo positivo.



Fonte: Elaboração própria.

Figura 17. Composto 07 – Terpeno caracterizado por espectrometria no modo positivo.



Fonte: Elaboração própria.

O composto **05** identificado como Quercetina-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo, com massa m/z $[M-H]^+$ 611 foi encontrado nas folhas de *M. ilicifolia* conforme descrito no estudo de Cabral (2010). Já o composto **06** pode ser caracterizado como Lupeol ou como Friedelina, pois, ambos apresentam a mesma massa $[M-H]^+$ 427, de acordo com o estudo descrito por Pereira (2022), e foram encontrados nas folhas de *M. ilicifolia*. O composto **07**, o último a ser caracterizado, foi identificado como Ácido betulínico, com massa m/z $[M-H]^+$ 456, detectado nas folhas de *M. ilicifolia*, segundo Pereira (2022).

Os flavonoides são uma classe de compostos fenólicos presentes em diversas plantas e frutos (CATANEO, 2020; MORAES *et al.*, 2022). A classe possui diferentes atividades biológicas, como ação antiviral, antifúngica, antibacteriana, antiparasitária, antimicrobiana, anti-inflamatória, atividade imunomoduladora e antioxidante, esta última que detém bastante afinidade com a estrutura dos flavonoides e ao número de radicais fenólicos (FLAMBÓ, 2013; MORAES *et al.*, 2022).

Nos últimos anos, os flavonoides se tornaram compostos de destaque em pesquisas científicas, pois, sua capacidade antioxidante proporciona possibilidades para o futuro da medicina. Cientistas acreditam que esses compostos podem corroborar para o desenvolvimento de novos medicamentos e tratamentos para doenças como Alzheimer, Parkinson, problemas cardíacos e câncer (SHOHAIB *et al.*, 2011; MORAES *et al.*, 2022).

Os terpenos são metabólitos secundários que se destacam por sua diversidade com mais de 35 mil membros em sua família. Sua estrutura complexa, derivada do isopreno (uma unidade de cinco carbonos), se manifesta em diferentes classes, como monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos, tetraterpenos e politerpenos. Cada classe possui características e funções específicas, desde aromas e perfumes até a regulação do crescimento das plantas e a proteção contra pragas. Presentes em frutas, legumes, flores e até insetos, os terpenos representam um universo de possibilidades para a ciência e a indústria, com aplicações em medicamentos, cosméticos e biocombustíveis. Sendo assim, um composto promissor em diversas áreas (REZENDE *et al.*, 2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo realizou uma análise sobre o perfil químico e o potencial antioxidante do extrato da raiz, galhos, cascas e folhas de *M. guianensis* (chichuá) no município de Tabatinga/AM, apresentando resultados que a tornam uma planta altamente vantajosa.

Os percentuais obtidos no teste de atividade antioxidante com o DPPH constataram a eficácia das amostras do chichuá em neutralizar os radicais livres. Utilizando a espectrometria de massa foram caracterizados metabólitos secundários pertencentes à classe dos flavonoides e dos terpenos, estes que comprovam a atividade antioxidante para a espécie em análise e que são considerados classes de compostos promissores para o futuro da medicina e da nutrição. Apresentando além do potencial antioxidante, outras atividades biológicas, dentre elas destaca-se a analgésica, anti-inflamatória, antirreumática, antidiarreicas, antimicrobianos e anticâncer.

Foram caracterizados sete compostos, Kaempferol-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo; Amirina, Taraxerol, Flavonol glicosilado, Quercetina-3-O-glactosil(1-2)ramnosídeo, Lupeol ou Friedelina e o Ácido betulínico. De acordo com a literatura, tais compostos possuem em sua maioria ação antioxidante, anticancerígena, antimicrobiana e anti-inflamatória, sendo detectados normalmente nas raízes, cascas e folhas de espécies pertencentes ao gênero *Maytenus*, em especial *M. guianensis*.

A divulgação deste estudo certamente contribuirá para a valorização do conhecimento que a população detém sobre o uso da chichuá e sobre os seus potenciais benefícios. Sendo este o primeiro estudo sobre a atividade antioxidante para a espécie na Região do Alto Solimões.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, M. G. D. et al. **TRITERPENOS PENTACÍCLICOS ISOLADOS DAS FOLHAS DE *Maytenus quadrangulata* (CELASTRACEAE)**. I Congress on Science, Biodiversity and Sustainability. Belo Horizonte, Brasil, 2019.
- ALMEIDA, K. P. C. et al. **Prospecção fitoquímica do extrato vegetal de *Piper mollicomum* KUNTH (PIPERACEAE) e seu potencial antimicrobiano**. Florianópolis, p. 550-565. 2019.
- ALMEIDA, R. G. **OBTENÇÃO DE EXTRATO HIDROETANÓLICO DE GENGIBRE E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE**. UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. CAMPO MOURÃO, p. 42. 2019.
- ANJOS, C. A. D. et al. **ATIVIDADE LARVICIDA CONTRA AEDES AEGYPTI E TOXICIDADE PRELIMINAR CONTRA *Artemia salina* L. DE EXTRATOS E FRAÇÕES DE *Monteverdia evonymoides* (REISSEK) BIRAL**. UNIPAR, Umuarama, v. 27, p. 4962 - 4974, 2023.
- ANTONISAMY, P.; DURAI PANDIYAN, V.; IGNACIMUTHU, S. **Anti-inflammatory, analgesic and antipyretic effects of friedelin isolated from *Azima tetracantha* Lam. in mouse and rat models**. p. 1070-1072. 2011.
- ARAÚJO, D. I. A. F. D. **Avaliação do perfil químico, variações sazonais e estudo de controle de qualidade de espécies do gênero *Monteverdia*: *Monteverdia obtusifolia* (Mart) Biral e *Monteverdia rigida* (Mart) Biral**. Centro de Ciências da Saúde, UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. João Pessoa - PR, p. 433. 2021.
- ARAÚJO, R. D. D. **Investigação química de *Eugenia luschnathiana*: Determinação da composição volátil, isolamento e identificação de triterpenos oleananos e ursanos**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal - RN, p. 214. 2018.
- ARRUDA, D. C. et al. **5º Congresso Nacional de Extensão Universitária. 14º Encontro de Atividades Científicas da Unopar**. FAMÍLIAS BOTÂNICAS DE PLANTAS MEDICINAIS, DO HORTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, CAMPUS DE PATOS, PARAÍBA. Londrina, p. 2, 2011.
- BALUNAS, M. J.; KINGHOM, A. D. Drug discovery from medicinal plants. **Life Sciences**, v. 78, p. 431 - 441, 2005.
- BERNARDINI, S. et al. Natural products for human health: an historical overview of the drug discovery approaches. **Natural Product Research**, v. 32, p. 1926-1950, 2018.
- BICALHO, K. U. et al. CYP712K4 Catalisa a Oxidação C-29 da Friedelina na Via de Biossíntese Triterpenóide de Quinona Quinona Methide *Maytenus ilicifolia*. **Fisiologia Vegetal e Celular**, v. 60, n. 11, p. Fisiologia Vegetal e Celular, Novembro 2019.
- BORRÁS, M. R. L. **Plantas da Amazônia: medicinais ou mágicas - Plantas comercializadas no Mercado Municipal Adolpho Lisboa**. Manaus: Valer, 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária Portaria no 6/95 de. **Diário Oficial da União**, v. 200, p. 1523, 1995.

- BRASIL, D. F. B. **Estudo fitoquímico e análise gastroprotetora dos principais constituintes das cascas e da raízes de *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI). Itajaí. 2013.
- BRUNI, R. et al. **Antimutagenic, antioxidant and antimicrobial properties of *Maytenus krukovii* bark**. p. 538-545. 2006.
- BUKHARI, S.; JANTAN, I.; SEYED, M. Effects of Plants and Isolates of Celastraceae Family on Cancer Pathways. **Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry**, v. 15, p. 681–693, 2015.
- CABRAL, E. C. **Utilização da técnica de fingerprinting por espectrometria de massas para a análise de extratos de produtos naturais**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 144. 2010.
- CAMARGO, K. C. **FAMÍLIA CELASTRACEAE: Caracterização química de óleos essenciais de nove espécies, compilado dos triterpenos pentacíclicos com foco nos dados de RMN de ¹³C, estudo fitoquímico das folhas de *Pristimera celastroides* e das folhas e raízes de *Fraunhoferia mult.*** UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte, p. 270. 2022.
- CANTERLE, L. P. **Erva-mate e atividade antioxidante**. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Rio Grande do Sul, p. 99. 2005.
- CASTRO, T. G. R. D. **DIVERSIDADE FITOTERÁPICA DO CERRADO: Conhecimento passado entre gerações e uso de plantas medicinais**. INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES. CERES – GO, p. 23. 2022.
- CATANEO, A. H. D. **Efeito antiviral do flavonóide naringenina sobre células humanas infectadas com *Zika vírus***. Instituto Carlos Chagas. Curitiba, p. 123. 2020.
- CHENG, S. et al. **Pristimerin Suppressed Breast Cancer Progression via miR-542-5p/DUB3 Axis**. [S.l.]. 2020.
- CLARICE, D. C. V. et al. Antinociceptive effects of *Maytenus imbricata* Mart. ex. Reissek (Celastraceae) root extract and its tingenone constituent. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 8, p. 68–76, 2014.
- CORDEIRO, P. J.; VILEGAS, J. H.; LANÇAS, F. M. Análise HRGC-MS de Terpenóides de *Maytenus ilicifolia* e *Maytenus aquifolium* ("Espinheira Santa"). **J. Braz. Química. Soc**, v. 10, p. 523-526, 1999.
- CORRÊA JUNIOR, C.; LIN, C. M.; SCHEFFER, M. C. SOB, Informa., v. 23, p. 9, 1991.
- CORSINO, J. et al. Biosynthesis of friedelane and quinonemethide triterpenoids is compartmentalized in *Maytenus aquifolium* and *Salacia campestris*, v. 55, p. 741-748, 2000.
- CRUZ, et al. Evaluation of the activity of *Tontelea micrantha* extracts against bacteria, *Candida* and *Mayaro virus*. **Journal of Pharmaceutical Negative Results**, Ouro Preto, MG - Brazil, v. 9, p. 21–26, 2018.
- DEWICK, P. Medicinal natural products: A biosynthetic Approach, p. 520, 2009.

- DINIZ, V. W. B. et al. **Classificação multivariada de ervas medicinais da região amazônica e suas infusões de acordo com sua composição mineral**. Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará. Belém - PA, p. 5. 2013.
- DUARTE, L. P. et al. Anti-trypanosomal activity of pentacyclic triterpenes isolated from *Austroplenckia populnea* (Celastraceae). **Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 44, p. 109-112, 2006.
- FERREIRA, F. L. et al. *Maytenus distichophylla* and *Salacia crassifolia*: Source of products with potential acetylcholinesterase inhibition. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 27, p. 471–474, 2017.
- FERREIRA, P. G. et al. **Detection of the antiviral activity of epicatechin isolated from *Salacia crassifolia* (Celastraceae) against *Mayaro virus* based on protein C homology modelling and virtual screening**. p. 1567-1576. 2018.
- FERRO, J. N. D. S. **Efeito farmacológico da friedelina livre e complexada em hidroxipropil- β -ciclodextrina em modelos de inflamação em roedores**. Universidade Federal de Alagoas. Maceió-AL, p. 143. 2016.
- FIGUEIREDO, P. T. R. D. **Isolamento, identificação e análise quimiinformática de triterpenos da espécie *Maytenus erythroxylon* Reissek**. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. João Pessoa - PB, p. 123. 2019.
- FIGUEIREDO, P. T. R. D. **Estudo fitoquímico e antimicrobiano das raízes de *Maytenus distichophylla* Mart. ex Reissek (Celastraceae) guiado por GNPS/espectrometria de massas**. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. João Pessoa - PR, p. 138. 2022.
- FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividades biológicas dos flavonoides: Atividade antimicrobiana**. Universidade Fernando Pessoa. p. 43. 2013.
- GARNERO, A. D. V. et al. **PROJETO “Etnobotânica; O uso de plantas medicinais pelo povo gaúcho; A cultura e o cultivo de plantas predominantes no bioma pampa.”**. INSTITUTO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO MENNA BARRETO. São Gabriel, p. 5. 2015.
- HAIDA, K. S. et al. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSTOS FENÓLICOS DE *Maytenus ilicifolia* E *Maytenus aquifolium*. **Saúde e Pesquisa**, v. 5, p. 360-368, 2012.
- HALBERSTEIN, R. A. Medicinal plants: historical and cross-cultural usage patterns. **Annals of Epidemiology**, v. 15, n. 9, p. 686 - 699, 2005.
- HORST, H. **Análise química e biológica dos constituintes fenólicos de *Croton celtidifolius* baill.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 79. 2008.
- HUANG, Y.-Y. et al. **Uma revisão sobre fitoquímicos do gênero *Maytenus* e seus estudos bioativos**. p. 41. 2021.
- HUMACAYO, F. S.; MAGALHÃES, C. G. **Obtenção de β -sitosterol para aplicação em sistemas nanoencapsulados**. Universidade Estadual de Ponta Grossa. p. 4. 2018.

- HURTADO, F. B. **Contribuição ao estudo fitoquímico e biológico da entrecasca da espécie *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA. Rondônia. 2013.
- HURTADO, F. B. et al. **Avaliação das atividades genotóxica e antioxidante da periderme do caule de chichuá (*Maytenus guianensis* Klotzsch).** p. 10. 2015.
- JORGE, R. M. et al. **Evaluation of antinociceptive, anti-inflammatory and antiulcerogenic activities of *Maytenus ilicifolia*.** p. 93-100. 2004.
- LIMA, P. V. D. **Avaliação in vitro da atividade Leishmanicida e Citotóxica do extrato etanólico, eluatos e substâncias isoladas das cascas de *Maytenus guianensis* KLOTZSCH EX REISSEK.** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR. Porto Velho - RO, p. 75. 2017.
- LIMA, R. A. **Estudo químico das cascas de *Maytenus guianensis* KLOTZSCH EX REISSEK e o seu potencial antimicrobiano.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA. Rondônia, p. 181. 2016.
- LIMA, R. A. et al. **Antifungal activities of extract ethanolic from the barks of *Maytenus guianensis* Klotzsch Ex Reissek on *Candida albicans*.** p. 68-72. 2016a.
- LIMA, R. E. et al. **Microbiological evaluation of isolated compounds from the bark of *Maytenus guianensis* Klotzsch ex Reissek (Celastraceae).** p. 594-602. 2016b.
- MACARI, P. A. T.; PORTELA, C. N.; POHLIT, A. M. **Antioxidant, cytotoxic and UVB-absorbing activity of *Maytenus guianensis* Klotzsch (Celastraceae) bark extracts.** p. 513-518. 2006.
- MACHADO, C. A.; VARGAS, J. F. D. R. **Plantas medicinais do jardim botânico de Porto Alegre.** Porto Alegre : Escola de Saúde Pública, 2018.
- MAGALHÃES, C. G. et al. ***Maytenus salicifolia*: triterpenes isolated from stems and antioxidant property of extracts from aerial parts.** p. 415-419. 2011.
- MARTUCCIELLO, S. et al. **Effects of triterpene derivatives from *Maytenus rigida* on VEGF-induced Kaposi's sarcoma cell proliferation.** p. 450-454. 2010.
- MAZZEU, F. **Avanços no processo de purificação da friedelina sintase e estudos de sua atividade e especificidade.** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Araraquara, p. 246. 2019.
- MENEGUETTI, D. U. D. O. **Análise genotóxica e antiparasitária de extratos e substâncias isoladas de *Maytenus guianensis* KLOTZSCH EX REISSEK (CELASTRACEAE), chichuá (xixuá) amazônico.** FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR. Porto Velho, p. 184. 2015.
- MENEGUETTI, D. U. D. O. et al. **Análise Citotóxica e Mutagênica do Extrato Aquoso de *Maytenus guianensis* Klotzsch Ex Reissek (Celastraceae) Chichuá (Xixuá) Amazônico.** p. 301-309. 2014.

- MENEZES, L. D. et al. Evaluation of anti-inflammatory and antinociceptive activities of the *Austroplenckia populnea* extract in topical formulations. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 8, p. 1180–1185, 2014.
- MOLINEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakar J. Sci. Technol**, v. 26, p. 211-219, 2004.
- MORAES, G. V. et al. Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. **Research, Society and Development**, v. 11, p. 12, 2022.
- MORITA, H. et al. Antimitotic quinoid triterpenes from *Maytenus chuchuhuasca*. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 18, p. 1050-1052, 2008.
- NAKAGAWA, H. et al. Chemical constituents from the Colombian medicinal plant *Maytenus laevis*. **Journal of Natural Products**, v. 67, p. 1919-1924, 2004.
- NOGUEIRA, A. O. et al. Pharmacological effects of the isomeric mixture of alpha and beta amyryn from *Protium heptaphyllum*: a literature review. **Fundamental and Clinical Pharmacology**, v. 33, p. 4-12, 2019.
- NUÑEZ, M. J. et al. Lupane triterpenoids from *Maytenus* species. **Journal of Natural Products**, v. 68, p. 1018-1021, 2005.
- PEREIRA, R. S. **ATIVIDADE DE ESPÉCIES VEGETAIS RICAS EM TRITERPENOS E POLIFENÓIS SOBRE O Zika virus E INVESTIGAÇÃO FITOQUÍMICA DE *Terminalia glabrescens* E *Maytenus ilicifolia***. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 250. 2022.
- PRATA, R. R.; MENDONÇA, M. S. Estudo anatômico do xilema secundário da raiz e do caule de *Maytenus guyanensis* Klotzsch ex Reissek (Celastraceae). **Acta Amaz**, v. 39, p. 261-266, 2009.
- PREVEDELLO, M. T.; COMACHIO, G. Antioxidants and their relationship with free radicals, and Chronic Non communicable Diseases: a literature review. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, p. 55244 - 55285, Junho 2021.
- RADI, M. H. et al. Friedelina e 3 β -friedelinol: atividades farmacológicas. **Brás Farmacogn**, v. 33, p. 886-900, 2023.
- REVILLA, J. **Apontamentos para a cosmética Amazônica**. Manaus - AM. 2002.
- RODRIGUES, A. C. B. D. C. et al. **In vitro and in vivo anti-leukemia activity of the stem bark of *Salacia impressifolia* (Miers) A. C. Smith (Celastraceae)**. [S.l.], p. 516-524. 2019.
- ROMA, L. P. **Composição química e morfológica das ceras cuticulares foliares de diferentes espécies de *Simaba* Aubl. sensu stricto e *Homalolepis* Turcz. (Simaroubaceae)**. Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 177. 2018.
- SANTOS, L. S. et al. **Atividade alelopática de substâncias químicas isoladas do capim-marandu e duas variações em função do pH**. [S.l.], p. 531-538. 2008.

- SHOHAIB, T. et al. Importance of flavonoides in therapeutics. **Hygeia J Drugs Med**, v. 3, p. 1-18, 2011.
- SILVA, F. C. et al. Algistatic effect of a quinonamethide triterpene on *Microcystis novacekii*. **Ficologia Aplicada**, v. 25, p. 1723–1728, 2013.
- SILVA, F. C.; DUARTE, L. P.; VIEIRA FILHO, S. A. Celastráceas: Fontes de Triterpenos Pentacíclicos com potencial atividade biológica. **Vitual de Química**, v. 6, p. 1205-1220, 2014.
- SILVA, J. J. L. et al. Produção de exsicatas como auxílio para o ensino de Botânica na escola. **Ciência e Tecnologia**, Fortaleza/CE, v. 13, p. 30 - 37, Abril 2019.
- SILVA, M. S. D. et al. Alkaloids, flavonoids, and pentacyclic triterpenoids of *Maytenus obtusifolia* Mart. **Biochemical System Ecology**, v. 36, p. 500-503, 2008.
- SILVA, R. Y.. **OBTENÇÃO DE MICROPARTÍCULAS POLÍMERICAS PARA VEICULAÇÃO DE α , β -AMIRINA: CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DE ATIVIDADES BIOLÓGICAS IN VITRO**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal - RN, p. 63. 2022.
- SILVA, T. M. D. **Análise genotóxica e antibacteriana de fracções e isolados de *Maytenus guianensis* KLOTZSCH EX REISSEK (CELASTRACEAE)**. PRO-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO. Rio Branco, p. 54. 2016.
- SOUSA, J. R. et al. **A sesquiterpene evoninoate alkaloid from *Maytenus guianensis***. [S.l.], p. 1776-1778. 1986.
- SOUSA, L. J. O. et al. **A diversidade da flora brasileira no desenvolvimento de recursos de saúde**. p. p.35-39. 2017.
- SOUZA, L. M. D. et al. Analysis of flavonol glycoside isomers from leaves of *Maytenus ilicifolia* by offline and online high performance liquid chromatography-electrospray mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, Curitiba-PR, p. 101-109, 2008.
- SUNIL, et al. **Antioxidante, sequestrador de radicais livres e protetor hepático da friedelina isolada de *Azima tetraantha* Lam.** Folhas. p. 860-865. 2013.
- VALLADÃO, F. N. **Estudo fitoquímico de folhas e polpa de fruto de *Maytenus salicifolia* (Celastraceae) e análise onômica EM *Maytenus* sp.** Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 172. 2011.
- VANNUCCHI, H.; MARCHINI, J. S. **Nutrição Clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.
- XIE, J. et al. **Recent advances and effective strategies in the discovery and applications of natural products**. p. 812-824. 2018.