

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Investigando os Extrativos da Madeira de Espécies da Caatinga  
Visando à Obtenção de Compostos Bioativos**

**ANACRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS**

**2023**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**INVESTIGANDO OS EXTRATIVOS DA MADEIRA DE ESPÉCIES  
DA CAATINGA VISANDO À OBTENÇÃO DE COMPOSTOS  
BIOATIVOS**

**ANA CRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS**

*Sob a Orientação da Professora*  
**NATÁLIA DIAS DE SOUZA**

Dissertação submetida como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências**, no curso de Pós-  
graduação em Ciências Ambientais e  
Florestais, Área de concentração em  
Ciência e Tecnologia de Produtos  
Florestais.

Seropédica, RJ  
Dezembro, 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

AS237i Almeida dos Santos , Ana Cristina , 1991-  
i Investigando os Extrativos das Madeiras de  
Espécies da Caatinga Visando à Obtenção de Compostos  
Bioativos / Ana Cristina Almeida dos Santos . - Rio  
de Janeiro, 2023 . 97 f.

Orientadora: Natália Dias de Souza .  
Dissertação(Mestrado) . -- Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro, PPGCAF, 2023 .

1. Caatinga . 2. FTIR . 3. Extrativos . 4. Capacidade  
antioxidante . 5. Atividade antifungica .  
I. Dias de Souza , Natália , 1981-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. PPGCAF III.  
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E  
AMBIENTAIS**

**ANA CRISTINA ALMEIDA DOS SANTOS**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, área de Concentração em Ciência e Tecnologia de Produtos Florestais.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05/12/2023**

---

**Dra. Natália Dias de Souza-UFRRJ  
(Orientadora)**

---

**Dra. Águida Aparecida de Oliveira-UFRRJ**

---

**Dr. Ananias Francisco Dias Júnior-UFES**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E  
CONTRATOS

FOLHA DE ASSINATURA

---

**TERMO Nº 101/2024 - PPGCAF (12.28.01.00.00.00.27)**

*(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)*

*(Assinado digitalmente em 28/02/2024  
19:10 )*

AGUIDA APARECIDA DE  
OLIVEIRA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DMIV (12.28.01.00.00.00.54)  
Matrícula: ###736#1

*(Assinado digitalmente em 01/03/2024 14:50 )*

NATALIA DIAS DE SOUZA  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
CoordCGEFlo (12.28.01.00.00.00.26)  
Matrícula: ###728#2

*(Assinado digitalmente em 29/02/2024  
14:00 )*  
**ANANIAS FRANCISCO DIAS JÚNIOR**  
**ASSINANTE EXTERNO**  
**CPF: ####.###.826-##**

*Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: 101,  
ano: 2024, tipo:  
**TERMO**, data de emissão: 28/02/2024 e o código de verificação: 1cc9fb1995*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por estar sempre comigo, guiando e iluminando os meus caminhos.

À UFRRJ, porque sem ela eu não teria realizado esse trabalho.

À Capes pela bolsa concedida.

Ao Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Natália Dias, pela orientação, por toda a sua dedicação e incentivo.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Águida, pela colaboração, disponibilização de materiais e laboratório.

Aos Professores deste Instituto, por todos os ensinamentos.

A minha mãe, que mesmo não estando mais aqui é a minha motivação para cada vez mais me qualificar.

Ao meu Pai, pelo apoio e incentivo para a realização desse trabalho.

Aos meus irmãos, por todo companheirismo e parceria.

Ao Murilo, que foi um grande companheiro, me incentivando, econrajando por toda trajetória.

Aos Amigos, Mateus, Deborah, Carol, Patrício, Eleiderson, Ruy, Rayssinha, João, pela amizade, conversas, conselhos, risadas

As amigas Hanna e Carla, não sei o que faria sem vocês, sempre ajudando e incentivando, fazendo as aulas em meio a Pandemia serem melhores.

Aos companheiros de laboratório José Carlos, Michael, Carlos Domigues imprescindível para a realização deste trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma participaram desta importante etapa.

**“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”**

## RESUMO

SANTOS, Ana Cristina Almeida. **Investigando os Extrativos da Madeira de Espécies da Caatinga Visando à Obtenção de Compostos bioativos** 97p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2023.

O bioma Caatinga se destaca por conter uma grande biodiversidade, com números expressivos de táxons raros e endêmicos. Apesar disso a Caatinga vem sofrendo um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais. A flora da Caatinga é bastante utilizada para fins fitoterápicos pela sua população. As propriedades terapêuticas dessas plantas estão relacionadas com aos metabólitos secundários presentes nelas. Esses compostos podem possuir potencial antioxidante, ou seja, conseguem neutralizar a ação dos radicais livres e apresentar atividade antimicrobiana, sendo denominados bioativos. Sendo assim, os objetivos dessa pesquisa foi estudar a composição química e atividade antifúngica dos extrativos das madeiras das espécies *Poincianella pyramidalys* (Tul.) L. Q. Queiroz, *Andira anthelmia* (Vell.) Benth, *Ziziphus joazeiro* Mart., e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir visando à obtenção de compostos bioativos. As madeiras foram obtidas de mata nativa da Caatinga sob manejo florestal sustentável na Fazenda Milhã/Poço da Pedra, localizada no estado do Rio Grande do Norte (RN). As madeiras foram moídas e submetidas a um ciclo de extração empregando três solventes orgânicos de ordem crescente de polaridade, a saber: cicloexano, acetato de etila e metanol. A partir dos extratos obtidos foram determinados os teores de extrativos, análises de Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), prospecção fitoquímica, determinação do teor de fenólicos e flavonoides totais, capacidade antioxidante pelo método FRAP e atividade antifúngica. O metanol foi o solvente que apresentou maior concentração de extratos para todas as espécies. A partir da análise de espectroscopia por FTIR pode-se identificar os grupos funcionais presentes nos diferentes extratos das madeiras da Caatinga, demonstrando que cada solvente extraiu da madeira substâncias específicas. Os extratos metanólicos apresentaram substâncias com potenciais capacidades antioxidantes e antifúngicas. Através da prospecção fitoquímica pode-se constatar que todas as espécies apresentaram nas composições de seus extratos metanólicos compostos fenólicos, flavonoides, triterpenoides e alcaloides. A espécie *A. anthelmia* foi a única que não apresentou saponinas em seu extrato. A análise de fenólicos totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP indicaram que os extratos metanólicos das espécies estudadas são materiais ricos em compostos fenólicos e flavonoides, apresentando potencial antioxidante. A análise da atividade antifúngica permitiu certificar que todas as espécies apresentaram capacidade antifúngica frente as cepas de *S. schenkii*, *S. brasilienses* e *C. albicans*. A partir das análises realizadas no presente estudo pode-se concluir que os extrativos das madeiras das espécies da Caatinga são bioativos, e essa bioatividade está relacionada a certas classes de metabólitos secundários presentes em sua composição.

**Palavras chaves:** Caatinga; FTIR; extrativos, capacidade antioxidante, atividade antifúngica

## ABSTRACT

SANTOS, Ana Cristina Almeida. **Investigating wood extractives from Caatinga species with a view to obtaining bioactive compounds.** 97p. Dissertation (Master Science in Environmental and Forest Sciences). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2023.

The Caatinga biome stands out for containing great biodiversity, with significant numbers of rare and endemic taxa. Despite this, the Caatinga has been undergoing an extensive process of environmental change and deterioration caused by the unsustainable use of its natural resources. The Caatinga flora is widely used for phytotherapeutic purposes by its population. The therapeutic properties of these plants are related to the secondary metabolites present in them. These compounds may have antioxidant potential, that is, they can neutralize the action of free radicals and present antimicrobial activity, being called bioactive. Therefore, the objectives of this research were to study the chemical composition and antifungal activity of extractives from wood of the species *Poincianella pyramidalys* (Tul.) L. Q. Queiroz, *Andira anthelmia* (Vell.) Benth, *Ziziphus joazeiro* Mart., and *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir aiming to obtain bioactive compounds. The wood was obtained from native Caatinga forest under sustainable forest management at Fazenda Milhã/Poço da Pedra, located in the state of Rio Grande do Norte (RN). The wood was ground and subjected to an extraction cycle using three organic solvents of increasing order of polarity, namely: cyclohexane, ethyl acetate and methanol. From the extracts obtained, extractive content, FTIR analysis, phytochemical prospecting, determination of total phenolic and flavonoid content, antioxidant capacity and antifungal activity were determined. Methanol was the solvent with the highest concentration of extracts for all species. Using FTIR spectroscopy analysis, it is possible to identify the functional groups present in the different extracts of Caatinga wood, demonstrating that each solvent extracted specific substances from the wood. The methanolic extracts presented substances with potential antioxidant and antifungal capabilities. Through phytochemical prospecting, it was possible to verify that all species presented phenolic compounds, flavonoids, triterpenoids and alkaloids in the compositions of their methanolic extracts. The species *A. anthelmia* was the only one that did not present saponins in its extract. The analysis of total phenolics, total flavonoids and antioxidant capacity by FRAP indicated that the methanolic extracts of the studied species are materials rich in phenolic compounds and flavonoids, presenting antioxidant potential. The analysis of antifungal activity made it possible to verify that all species presented antifungal capacity against strains of *S. schenckii*, *S. brasilienses* and *C. albicans*. From the analyzes carried out in the present study, it can be concluded that extractives from the wood of Caatinga species are bioactive, and this bioactivity is related to certain classes of secondary metabolites present in their composition.

**Keywords:** Caatinga; FTIR; extractives, antioxidant capacity, antifungal capacity

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Arvore de <i>Mimosa tenuiflora</i> (Jurema preta) .....	19
<b>Figura 2-</b> Características vegetativas da árvore <i>Mimosa tenuiflora</i> (A) caule e casca;.....	20
<b>Figura 3 -</b> Árvore de <i>Poincianella pyramidalise</i> e detalhe da flor .....	21
<b>Figura 4 -</b> Características vegetativas da árvore de <i>P. pyramidalis</i> (1) copa da arvore; .....	21
<b>Figura 5 -</b> Árvore de <i>Andira anthelmia</i> .....	22
<b>Figura 6 -</b> Características vegetativas da espécie <i>Andira anthelmia</i> (A) vista abaxial da base dos folíolos; (B) vista adaxial da base dos folíolos; (C) vista abaxial das folhas; (D) pecíolo mostrando estípulas; (E) Flor; (F) pétala carena, superfície interna; (G) pétala alada, superfície externa, com escultura lamelada; (H) gineceu, corte longitudinal; (J) gineceu; (K) androceu.	23
<b>Figura 7 -</b> Características da espécie <i>Ziziphus joazeiro</i> .....	24
<b>Figura 8 -</b> Ácido gálico, exemplo de composto fenólico.....	26
<b>Figura 9 -</b> Estruturas químicas de alguns flavonóides vegetais.....	27
<b>Figura 10 -</b> Estruturas dos taninos hidrolisáveis e condensados .....	28
<b>Figura 11-</b> Exemplo de uma estrutura de alcalóide .....	28
<b>Figura 12 -</b> Exemplo de uma estrutura de terpeno .....	29
<b>Figura 13 -</b> Estrutura de saponina triterpênica .....	29
<b>Figura 14 -</b> Exemplo da estrutura de um esteroide.....	30
<b>Figura 15-</b> Diluição seriada em placa de 96 poços, já com a inoculação do fungo.....	37
<b>Figura 16 -</b> Detalhe do controle positivo e negativo fúngico. ....	38
<b>Figura 17 -</b> Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de <i>A. anthelmia</i> utilizando os solventes cicloexano (azul), acetato de etila (vermelho) e metanol (rosa).....	39
<b>Figura 18 -</b> Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de <i>M. tenuiflora</i> cicloexano (azul), acetato de etila (rosa) e metanol (vermelho).....	45
<b>Figura 19 -</b> Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de <i>Z. joazeiro</i> utilizando os solventes cicloexano (vermelho), acetato de etila (azul) e metanol (rosa).....	51
<b>Figura 20 -</b> Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de <i>P. pyramidalis</i> utilizando os solventes cicloexano (Vermelho), acetato de etila (Azul) e metanol (Verde).....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis.....	34
<b>Tabela 2</b> - Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas .....	34
<b>Tabela 3</b> - Teores de extractivos obtidos da madeira de <i>A. anthelmia</i> utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol. ....	38
<b>Tabela 4</b> - Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de <i>A. anthelmia</i> . ....	40
<b>Tabela 5</b> - Resultados de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de <i>A. anthelmia</i> . ....	41
<b>Tabela 6</b> - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato da madeira de <i>A. anthelmia</i> sobre os fungos de, <i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286) e <i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360) e <i>Candida albicans</i> (ATCC 90028) .....	42
<b>Tabela 7</b> - Teores de extractivos obtidos da madeira de <i>M. tenuiflora</i> utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol. ....	44
<b>Tabela 8</b> - Resultados da prospecção fitoquímica em extrato metanólico obtido da madeira de <i>M. tenuiflora</i> .....	46
<b>Tabela 9</b> - Resultados para a avaliação de fenóis totais e flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de <i>M. tenuiflora</i> . ....	47
<b>Tabela 10</b> - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato da madeira de <i>M. tenuiflora</i> sobre os fungos de, <i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286) e <i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360) e <i>Candida albicans</i> (ATCC 90028) .....	48
<b>Tabela 11</b> - Teores de extractivos obtidos da madeira de <i>Z. joazeiro</i> utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol. ....	50
<b>Tabela 12</b> – Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de <i>Z. joazeiro</i> .....	52
<b>Tabela 13</b> - Resultados para a avaliação de fenólicos totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de <i>Z. joazeiro</i> .....	53
<b>Tabela 14</b> - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato metanólico da madeira de <i>Z. joazeiro</i> sobre os fungos de <i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286), <i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360) e <i>Candida albicans</i> (ATCC 90028) .....	54

<b>Tabela 15</b> - Teores de extractivos obtidos da madeira de <i>P. pyramidalis</i> utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol .....	55
<b>Tabela 16</b> - Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de <i>P. pyramidalis</i> .....	58
<b>Tabela 17</b> - Resultados para a avaliação de fenólicos totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de <i>P. pyramidalis</i> .....	59
<b>Tabela 18</b> - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato metanólico da madeira de <i>P. pyramidalis</i> sobre os fungos de <i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286), <i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360) e <i>Candida albicans</i> (ATCC 90028) .....	60

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
2	OBJETIVO GERAL .....	17
3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
4	REVISÃO DE LITERATURA .....	18
4.1.	Bioma Caatinga.....	18
4.2.	<i>Mimosa tenuiflora</i> (willd) Poir .....	19
4.3.	<i>Poincianella pyramidalys</i> (Tul.) L.P. Queiroz .....	20
4.4.	<i>Andira anthelmia</i> (Vell.) Benth .....	22
4.5.	<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart .....	23
4.6.	Extrativos .....	24
4.6.1.	Fenóis .....	25
4.6.2.	Flavonoides .....	26
4.6.3.	Taninos .....	27
4.6.4.	Alcalóides.....	28
4.6.5.	Terpenos .....	29
4.6.6.	Saponinas .....	29
4.6.7.	Esteroides .....	30
4.6.8.	Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) ....	30
4.7.	Ação antifúngica .....	31
4.7.1.	<i>Sporothrix spp</i> .....	31
4.7.2.	<i>Candida albicans</i> .....	32
5	MATERIAL E MÉTODOS .....	33
5.1.	Material .....	33
5.2.	Preparo dos extrativos da madeira .....	33
5.3.	FTIR .....	33
5.4.	Prospecção Fitoquímica .....	34

5.4.1.	Teste para fenóis e taninos .....	34
5.4.2.	Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonóides.....	34
5.4.3.	Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavonas .....	34
5.4.4.	Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas .....	35
5.4.5.	Teste para esteróides e triterpenóides .....	35
5.4.6.	Teste para Saponinas.....	35
5.4.7.	Determinação de Alcalóides .....	35
5.4.8.	Determinação de Resinas .....	35
5.5.	Análise da capacidade antioxidant por FRAP.....	35
5.6.	Determinação do Teor de Fenóis Totais .....	36
5.7.	Determinação do teor de flavonoides totais.....	36
5.8.	Avaliação da Atividade Antifúngica através da determinação da concentração inibitória mínima (CIM) .....	37
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>38</b>
6.1.	<i>A. anthelmia</i> .....	38
6.2.	Extrativos da madeira de <i>A. anthelmia</i> (Angelim ou Sajadeira).....	38
6.2.1.	Teores de extrativos e FTIR .....	38
6.2.2.	Prospecção fitoquímica do extrato metanolico da madeira de <i>A. anthelmia</i>	
	40	
6.2.3.	Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidant pelo método FRAP do extrato metanolico da madeira de <i>A. anthelmia</i> .....	41
6.2.4.	Atividade antifúngica .....	42
6.3.	<i>M. tenuiflora</i> .....	43
6.4.	Extrativos da madeira de <i>M. tenuiflora</i> (Jurema preta) .....	43
6.4.1.	Teores de extrativos e FTIR .....	43
6.4.2.	Prospecção fitoquímica do extrato metanolico da madeira de <i>M. tenuiflora</i>	
	46	

6.4.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de <i>M. tenuiflora</i> .....	47
6.4.4. Atividade antifúngica .....	48
6.5. <i>Z. joazeiro</i> .....	50
6.6. Extrativos da madeira de <i>Z. joazeiro</i> (Juazeiro) .....	50
6.6.1. Teores de extractivos e FTIR .....	50
6.6.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de <i>Z. joazeiro</i> .	52
6.6.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de <i>Z. joazeiro</i> .....	53
6.6.4. Atividade antifúngica .....	54
6.7. <i>P. pyramidalis</i> .....	55
6.8. Extrativos da madeira de <i>P. pyramidalis</i> (Catingueira).....	55
6.8.1. Teores de extractivos e FTIR .....	55
6.8.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de <i>P. pyramidalis</i>	
58	
6.8.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de <i>P. pyramidalis</i> .....	59
6.8.4. Atividade antifúngica .....	60
7 CONCLUSÃO .....	61
8 RECOMENDAÇÃO .....	62
9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	62

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga se destaca por conter uma grande diversidade de tipos vegetais, com elevado número de espécies que incluem uma quantidade expressiva de táxons raros e endêmicos (MMA, 2003; Giulietti *et al.*, 2016;). Caracterizado pela predominância de árvores e arbustos baixos, muito ramificados, frequentemente espinhosos ou com acúleos e com folhagem decídua na estação seca (Juncá *et al.*, 2005, EMBRAPA, 2021).

A Caatinga é a única grande região natural brasileira em que seus limites estão inteiramente restritos ao território nacional, e a região natural brasileira menos protegida, pois, as unidades de conservação de proteção integral cobrem menos de 2% do seu território, sendo proporcionalmente a menos estudada dentre os biomas, com grande parte do esforço científico estando concentrado em alguns poucos pontos em torno das principais cidades da região. Desse modo, a Caatinga continua passando por um extenso processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, o que está levando à rápida perda de espécies únicas, à eliminação de processos ecológicos chaves e à formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores da região (Leal *et al.*, 2003, Silva *et al.*, 2018).

Esse bioma vem sofrendo grande perda da sua vegetação pelo extensivo desmatamento para fins agropecuários e pastoris, pois são erroneamente vistos como atividades mais rentáveis em detrimento do uso sustentável dos recursos florestais. Porém estudos apontam que a produção sustentável traz mais benefícios financeiros para os produtores (Gariglio *et al.*, 2010). A taxa de desmatamento em áreas prioritárias para conservação teve média anual de 0,7% de perda da cobertura vegetal, no período de 2002 a 2009 (Fonseca *et al.*, 2018).

A flora da Caatinga representa, para a população sertaneja, valores de importância ecológica, cultural e econômica, proporcionando às comunidades que vivem em suas proximidades a utilização dos recursos florestais para sobreviverem, manterem costumes e gerarem rendas para as famílias, sendo esses recursos de caráter madeireiros (lenha carvão e estaca para cerca) e/ou de caráter não madeireiro (folhas e cascas para remédios fitoterápicos, fibras utilizadas na confecção de artesanato e etc.) (Silva *et al.*, 2017).

As espécies dessa região são amplamente empregadas pelas populações rurais, especialmente na fitoterapia, abrangendo diversos usos no tratamento de determinadas enfermidades. As partes das plantas mais utilizadas e estudadas para fins terapêuticos são as folhas, cascas do caule e as raízes, visto que a quantidade e a composição relativa dos extrativos nessas regiões são diferenciadas em relação à madeira. O uso dos troncos e ramos das árvores para produção de compostos pode ser justificado pela disponibilidade destes durante todo o ano, inclusive durante a estação seca, diferentemente das folhas, flores e dos frutos (Albuquerque & Andrade, 2002; Cordeiro & Félix, 2014).

Dentre as espécies amplamente utilizadas para fins fitoterápicos na região temos a, *Andira anthelmia* (Vell.) Benth(sajadeira) tratamento de verme, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (jurema preta), no tratamento de diabetes, inflamação e colesterol *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro), utilizada no tratamento de tosse, hemorroída, gripe, bronquite, limpeza dentária, anticárie, caspa, antiácido e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. Q. Queiroz (catingueira), que é aplicada no tratamento de problemas gastrointestinais, problemas estomacais, doenças do aparelho respiratório (Silva, 2006; Pereira *et al.*, 2014; Cordeiro & Felix, 2014).

Sabe-se que a utilização de plantas medicinais é uma das mais antigas práticas empregadas para tratamento de enfermidades humanas, sendo utilizada até a atualidade (Arnous *et al.*, 2005; Rocha *et al.*, 2015). No Brasil o uso de plantas medicinais dita de antes da colonização sendo praticada pelos povos nativos indígenas em seus cuidados com a saúde.

Sendo essa prática resistente à modernidade, ao cientificismo e a expansão tecnológica da medicina moderna por continuar sendo muitas vezes a única alternativa de cuidado e autocuidado para populações com acesso restrito aos serviços públicos de saúde, principalmente nos países periféricos. Sendo assim o uso das plantas medicinais entrou na agenda das políticas públicas nas últimas décadas, sendo pauta de congressos internacionais a importância de tais usos e práticas bem como sendo fortemente recomendado a institucionalização de seus usos e aplicações diversas (Castro & Figueiredo, 2019).

Os extrativos são metabólitos secundários de baixo peso molecular presentes na madeira. Desempenham papel crucial na defesa contra microrganismos, insetos e herbívoros. Além disso, esses compostos exercem influência significativa na coloração e aroma característicos da madeira. Os metabólitos secundários são encontrados em maior quantidade na casca, folhas, frutos e sementes e em menor quantidade na madeira. São facilmente solúveis em solventes orgânicos neutros ou água (Klock *et al.*, 2005; Silva, 2010). Esses compostos estão relacionados as propriedades medicinais encontradas em algumas espécies.

Alguns desses compostos possuem potencial antioxidante, ou seja, conseguem neutralizar a ação dos radicais livres, sendo denominados bioativos, contribuindo assim para o equilíbrio do organismo, impedindo a oxidação, inativação de macromoléculas e evitando patologias (Oliveira *et al.*, 2018). Ademais, os compostos bioativos também tem função antimicrobiana nos vegetais (Melo *et al.*, 2012). Segundo Marconato *et al.* (2019), as propriedades fitoterápicas das plantas medicinas é devido aos compostos bioativos presentes em suas composições.

A composição química da madeira adquire uma importância muito significativa devido à sua influência em algumas das propriedades que definem a utilização da madeira para determinados fins. Dessa forma o estudo quantitativo, qualitativo e biológico dos extrativos das madeiras de espécies da Caatinga permitirá o conhecimento e a obtenção de novos compostos biotivos até então desconhecidos.

## 2 OBJETIVO GERAL

Estudar a composição química e atividade antifúngica dos extrativos das madeiras das espécies da Caatinga visando à obtenção de compostos bioativos.

## 3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificação do teor de extrativos.
- Identificação de grupos funcionais presentes nos extratos das madeiras da Caatinga por Espectroscopia no Infravermelho (FTIR).
- Realização de uma abordagem fitoquímica para verificar a presença/ ausência das principais classes de compostos presentes nos extratos das madeiras.
- Quantificação de compostos fenólicos.
- Quantificação de flavonoides totais.
- Determinação da capacidade antioxidante dos extratos das madeiras.
- Avaliação da atividade antifúngica do extrato das madeiras.

## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1.Bioma Caatinga

A Caatinga é a vegetação que cobre a maior parte da região Nordeste do Brasil, ocupando cerca de 862.818 km<sup>2</sup> de extensão territorial, o equivalente a 11% do território nacional e 70% da região do nordeste englobando os estados Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí, Sergipe e o norte de Minas Gerais (Giulietti, *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2021; MMA, 2022).

Tem por características vegetativas, espécies que apresentam adaptações ao estresse hídrico, sendo elas, predominância de arbustos e árvores de pequeno porte, frequentemente espinhosos ou com acúleos, cobertura descontínua das copas caducifoleas, entremeados com plantas suculentas (geralmente cactos), e um estrato herbáceo formado por plantas anuais (principalmente terófitos), bromélias terrestres e cactos rasteiros. Além disso, a vegetação é fortemente sazonal, apresentando um aspecto luxuriante na estação chuvosa, quando as árvores e arbustos apresentam folhas novas e flores em profusão (Giulietti *et al.*, 2016; Fernandes; Queiroz, 2018).

Dentre os biomas encontrados no Brasil, a Caatinga destaca-se por ser o único restrito ao país, sendo assim não é encontrado em nenhuma outra região do mundo. E apesar da Caatinga ser uma floresta seca, esta abriga uma grande biodiversidade, contendo uma ampla gama de espécies vegetais, muito das quais endêmicas ao bioma (Giulietti *et al.*, 2016; Tabarelli *et al.*, 2018).

Contudo, mesmo possuindo grande importância biológica, ela vem sendo desmatada desde o Período Colonial, tendo sido removido quase 46% da cobertura vegetal original do bioma, devido a atividades agrícolas intensivas, abastecimento energético de indústrias e obras de transposição do Rio São Francisco (Ganem, 2017; MMA, 2017). Ademais, menos de 10% de áreas da Caatinga estão cobertas por algum tipo de Unidade de Conservação, sendo aproximadamente 2% de unidades de conservação de proteção integral e 7% fazem parte dos sistemas de unidades destinadas ao uso sustentável, que acaba colaborando com a falta de regulamentação do uso das terras e sua proteção (Silva *et al.*, 2018; Salazar *et al.*, 2021).

A Caatinga também possui grande valor na manutenção de serviços ecológicos e culturais que beneficiam diretamente e indiretamente milhares dos nordestinos, ela é utilizada para o fornecimento de madeira para construções rurais, produção de lenha e carvão atendendo o abastecimento domiciliar ou industrial, produtos não madeireiros, alimentação do gado em períodos de seca, e também a utilização de várias espécies vegetais para fins medicinais em especial as que apresentam propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Parte da população tem grande dependência econômica desses recursos, além das necessidades de seu uso para viabilizar o sistema médico tradicional, no atendimento aos cuidados básicos da saúde e da família (Melare, 2013; Calixto Júnior; Drumond, 2014; Specht, Silva *et al.*, 2021).

O aumento contínuo do dematamento aliado as mudanças climáticas podem gerar consequências drásticas, como grandes impactos sobre a área e distribuição de habitat adequado, além de reduzir a riqueza de espécies de plantas medicinais na floresta da Caatinga, atuando diretamente na prestação de serviços ecossistêmicos, como o fornecimento de medicamentos naturais para o homem rural. Portanto, estratégias de conservação são necessárias para espécies de plantas medicinais nativas da floresta seca da Caatinga (Silva *et al.*, 2022).

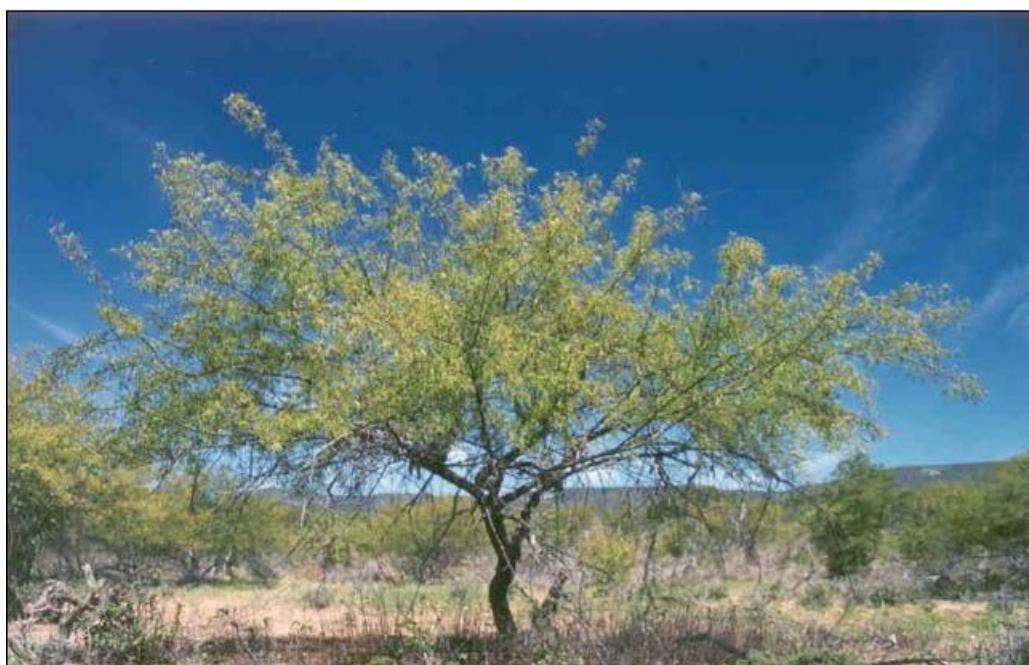
Dentre as famílias de plantas com grandes potenciais medicinais na Caatinga, a Fabaceae apresenta maior quantidade de espécies. As principais atividades fitoterápicas dessas plantas descrita nos estudos relatam, além dos efeitos anti-inflamatórios, alguns efeitos anti-helmínticos; antinociceptivos, antiepiléticos, antioxidantes, analgésicos e sedativos, contribuindo para o tratamento de inflamações, afecções genitourinárias, doenças respiratórias,

dores reumáticas, e doenças no aparelho digestório. Pode-se destacar nessa família as espécies *Poincianella pyramidalys*, *Andira anthelmia* potencial anti-helmíntico e *Mimosa tenuiflora* que são bastante empregadas pela população rural no tratamento de diversas doenças. Além dessas espécies pode-se destacar o *Ziziphus joazeiro* da família Ramnaceae que é utilizado amplamente como anti-inflamatório, anticárie, e outras doenças (Silva *et al.*, 2003; Silva, 2006; Cordeiro e Felix, 2014; Pereira Júnior *et al.*, 2014; Sá Filho *et al.*, 2021).

#### **4.2.*Mimosa tenuiflora* (willd) Poir**

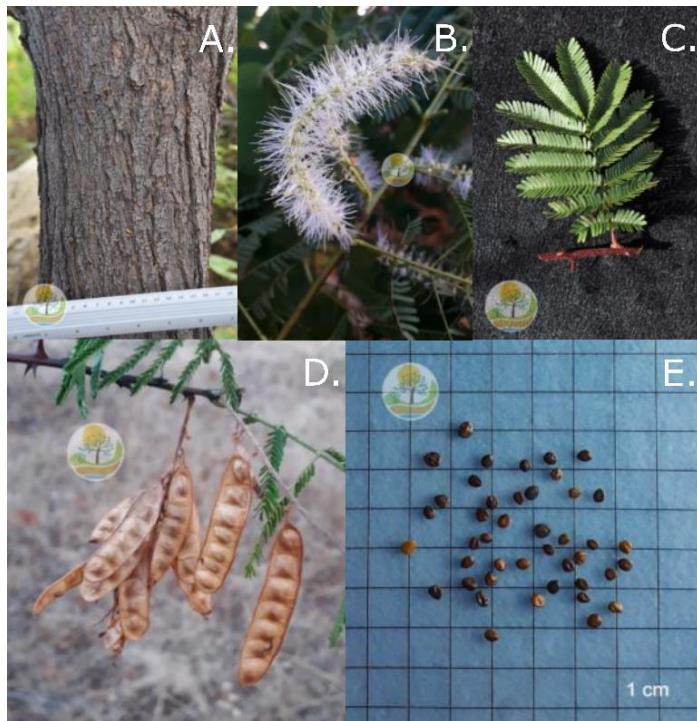
A *Mimosa tenuiflora* conhecida vulgarmente como Jurema Preta (Figura 1) é uma espécie da família Fabaceae subfamília Mimosoideae encontrada nas áreas semiáridas do Brasil, com ocorrência nos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (Maia, 2012).

Jurema preta que significa espinheiro suculento é uma árvore que pode atingir até 7m de altura, caule ereto ou levemente inclinado com coloração escura, abundantemente ramificado, desprendendo-se em porções delgadas escamiformes, com ramos castanhos avermelhados e presença de acúleos. As Folhas são viscosas devido a presença de glândulas minúsculas; bipinadas, com cinco a sete pares de pinas e 18 a 36 pares de folíolos por pina; a inflorescência é em forma de espiga, com flores brancas a creme e frutos do tipo legume. Parte de suas folhas são perdidas durante a estação seca e florescendo durante longo período do ano, com predomínio nos meses de setembro a janeiro, e amadurecimento dos frutos nos meses de fevereiro a abril, Figura 2 (Costa *et al.*, 2002; Maia, 2012; Silveira *et al.*, 2012).



**Figura 1-** Arvore de *Mimosa tenuiflora* (Jurema preta)

Fonte: APNE/CNIP 2010



**Figura 2-** Características vegetativas da árvore *Mimosa tenuiflora* (A) caule e casca; (B) inflorescência do tipo espiga com flores branca; (C) folha bipinada e alterna; (D) frutos secos do tipo legume; (E) sementes ovóides.

Fonte: (UFERSA, 2021)

A *M. tenuiflora* é utilizada comercialmente como fonte energética por causa do alto poder calorífico, sua madeira tem sido utilizada na produção de estacas, mourões, móveis, carvão e lenha. Possuidora de grande potencial como regeneradora de terrenos erodidos ela é a planta pioneira para a primeira fase de restauração florestal de áreas degradadas. Na medicina tradicional é utilizada em tratamentos de queimaduras, acne, problemas de pele, cicatrizante, tratamentos de infecções, dores em geral, problemas de coluna e problemas digestivos. Estudos mostram que extratos da jurema têm atividade antimicrobiana. É fornecedora de néctar e pólen para as abelhas, principalmente nos períodos secos; forrageamento de bovinos, caprinos e ovinos e aplicações industriais (Bezerra, 2008; Maia, 2012; Amaral *et al.*, 2021).

A espécie é considerada sagrada para muitos grupos indígenas do semiárido pernambucano, representando grande importância cultural. Ela é utilizada em cerimônias indígenas, os quais utilizavam cascas e raízes na preparação de uma bebida chamada “ajucá ou vinho da jurema”. Essa bebida possui ricas quantidades de N,N-dimetiltriptamina (DTM), um alcalóide triptamínico responsável por uma psicoatividade próxima ao LSD-25, causando efeitos psíquicos alucinógenos. As flores e ramos são também utilizadas em banhos lustrais ou de defesa no candomblé. O pó da casca era usado pelos Maias desde o século X em lesões cutâneas como antisséptico natural (Maia, 2012; Amariz *et al.*, 2020).

A casca de jurema-preta se destaca por conter altos teores de taninos, apresenta 17,74%, tendo potencial para indústrias de couros e tanantes. Constatou que os taninos obtidos desta espécie possuem boas características para a produção de adesivo tanino formaldeído (Paes *et al.*, 2006; Azêvedo, 2010).

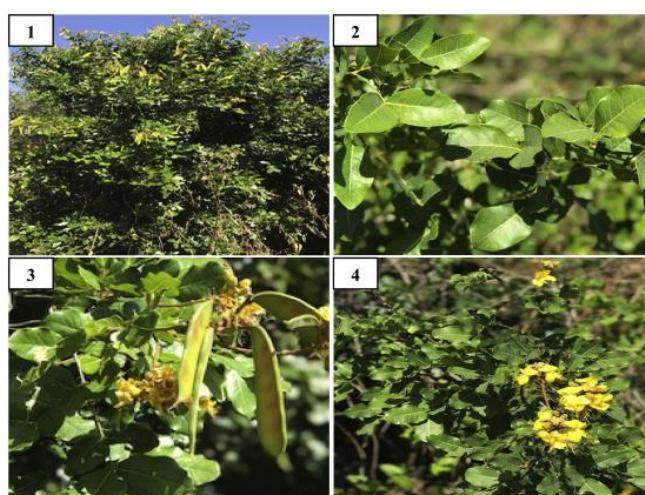
#### 4.3.*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz

*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz (catingueira, catinga-de-porco) (Figura 3) é uma árvore da família Fabaceae, nativa do Brasil, xerófita heliófita, caducifólia típica dos estágios intermediários da sucessão secundária da Caatinga. Possui tronco único ou múltiplo,

com casca acinzentada a amarronzada, sem espinhos, quando sofre alguma incisão apresenta exsudato transparente, sua altura pode variar de 3 a 10 m. Suas folhas são compostas, bipinadas, púlvino no pecíolo e base dos folófolios e cobertas com tricomas glandulosos castanho-escuros no pecíolo e raque foliar. Uma característica marcante nessa espécie é o odor exalado das folhas maceradas, justificando seu nome popular. O fruto é do tipo legume séssil com deiscência explosiva, polispérmico, coloração marrom esverdeada. Sua inflorescência é panícula terminal ou axilar terminal com brácteas levemente pilosa e flores amarelas (Figura 4) (Castro; Cavalcante, 2010; Souza *et al.*, 2021).



**Figura 3 - Árvore de *Poincianella pyramidalis* e detalhe da flor**  
Fonte: SANTOS *et al.* 2018



**Figura 4 - Características vegetativas da árvore de *P. pyramidalis*** (1) copa da arvore; (2) folhas compostas bipinadas;( 3) frutos do tipo legume; (4) inflorescência.  
Fonte: Sousa *et al.* 2021.

No Nordeste brasileiro a *P. pyramidalis* apresenta grande importância socioeconômica, por servir de forrageira, especialmente no período de estiagem. Também apresenta outros usos como madeireiro, insumo energético, melífera, medicinal e na recuperação de áreas degradadas. No madeireiro ela é utilizada na produção de cabos de ferramentas, cercas, lenha e carvão. No

uso medicinal, as folhas, cascas, entrecascas e flores são utilizadas como analgésico, expectorante, anti-inflamatório, anticoagulante, cicatrizante e contra infecção intestinal diarreia (Souza *et al.*, 2021).

A *P. pyramidalis* apresenta características fitoquímicas que são de interesse para a indústria farmacêutica. Estudos apontam a presença de antocianinas, esteróis, taninos hidrolisados, flavonoides, Derivados cinâmicos, cumarinas, terpenos, alcaloides, antraquinonas e saponinas (Silva *et al.*, 2012; Oliveira, 2022). Estudos fitoquímicos com *P. pyramidalis* demonstraram atividade antibacteriana (Ribeiro *et al.*, 2013), antifúngica (Barbosa Júnior *et al.*, 2015), antioxidante (Silva *et al.*, 2011) e anti-inflamatória (Moraes *et al.*, 2013).

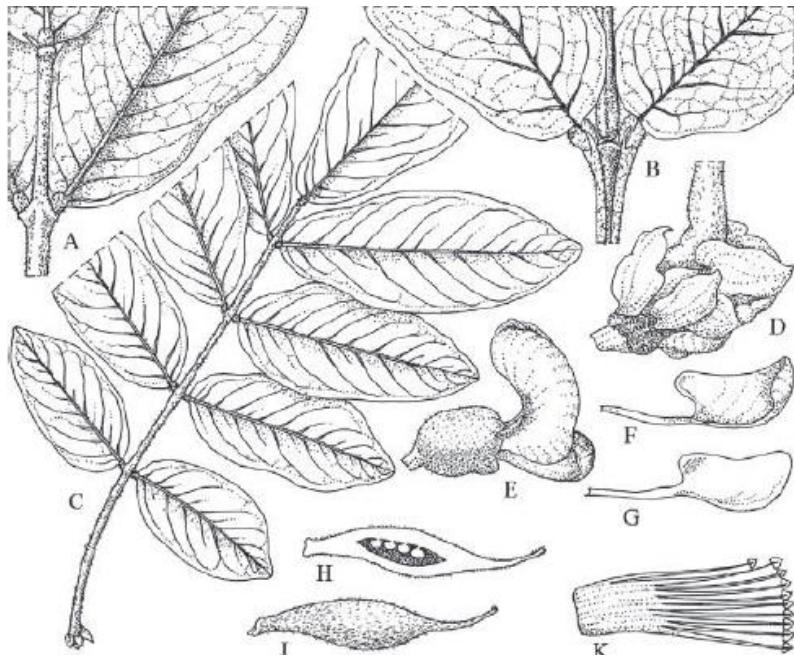
#### **4.4.*Andira anthelmia* (Vell.) Benth**

*Andira anthelmia* (Vell.) Benth (denominada popularmente de Angelim ou Sajadeira) (Figura 5) é uma espécie pioneira e nativa do Brasil no bioma da Caatinga, suas plântulas apresentam a propriedade de serem cripto-hipógeo armazenadoras, com um horizonte de 240 dias para atingir o estágio de planta juvenil e dispõe de possibilidades de uso que se estendem para o potencial medicinal e madeireiro, este último devido a sua característica de possuir uma elevada durabilidade natural (Duarte *et al.*, 2011).

É uma árvore perenifólia, heliófita, tronco com ligeiras tortuosidades, o fuste é curto, medindo até 6 m de comprimento, casca externa cinzenta e rugosa que mede entre 10 mm de espessura. Suas folhas são alternas de 9 a 15 folíolos, variando de obovais a oblongos, com estípulas presentes. A inflorescência mostra-se como panículas terminais e axilares multifloras, com flores róseo-avermelhada (Figura6). O fruto é do tipo drupa oblonga de cálice obtuso, carregando sementes de feição oval (Carvalho, 2008).



**Figura 5 - Árvore de *Andira anthelmia***  
Fonte: Ferreira, 2014



**Figura 6** - Características vegetativas da espécie *Andira anthelmia* (A) vista abaxial da base dos folíolos; (B) vista adaxial da base dos folíolos; (C) vista abaxial das folhas; (D) pecíolo mostrando estípulas; (E) Flor; (F) pétala carena, superfície interna; (G) pétala alada, superfície externa, com escultura lamelada; (H) gineceu, corte longitudinal; (J) gineceu; (K) androceu.

Fonte: (Pennington *et al.*, 2018)

É utilizada na alimentação do gado, através de seus frutos comestíveis, tem potencial energético produzindo lenha de boa qualidade, sua madeira é utilizada na fabricação de móveis, marcenaria, construção civil, postes, mourões, carroçaria e estacas. Possui potencial apícola, pois, suas flores têm propriedades melíferas. Devido sua rusticidade, serve para restauração de ambientes fluviais ou ripários, áreas de preservação permanente ou da reserva legal. No âmbito medicinal, a *A. anthelmia* tem grande potencial anti-helmíntico (Carvalho, 2008).

E estudo fitoquímico realizado com a *A. anthelmia*, foi possível identificar a presença de flavonoides, flavanas, flavanóis, esteroides, terpenos, saponinas. Constatou-se também uma potencial atividade antioxidante devido à significativa concentração de substâncias fenólicas, sendo considerados que os flavonoides presentes nos extratos contribuíram para essa atividade. Também foi contatado o potencial anti-helmíntico, mas também uma alta toxidez (Silva, 2006).

#### 4.5. *Ziziphus joazeiro* Mart.

*Ziziphus joazeiro* Mart. é uma espécie endêmica da Caatinga, denominada popularmente como Juazeiro, Juá, possui porte médio, podendo chegar até 8 metros de altura. É heliófita, de copa frondosa, verde e perene. Apresenta raízes pivotantes que possibilitam a obtenção de água do subsolo, sendo esse fator que permite que a planta permaneça verde até em períodos de longas secas (Souza; Nunes e Albuquerque, 2021).

O *Z. joazeiro* possui tronco reto ou tortuoso com ramos flexuosos, com espinhos e coloração castanho acinzentado, a casca tem espessura de até 14 mm com cor cinza-escuro a levemente castanho, rígida e pouco desenvolvida. As folhas são simples, alterna, elíptica, membranácea a levemente coriácea, margem serrada na base, como três a cinco nervuras, coloração verde-claro. Sua inflorescência é cimosa axilar, com 15 a 35 flores pentâmeras com discos nectarífero delgado, coloração amarelo-esverdeada. Os frutos são do tipo drupa globosa, amarelada, carnosos, adocicados e ácidos, de casca fina que recobre uma polpa farinácea (parte

comestível) no meio da qual estão as sementes envolvidas por uma mucilagem transparente, difícil de separar (Figura 7) (Carvalho, 2007; Souza; Nunes e Albuquerque, 2021).



**Figura 7 -** Características da espécie *Ziziphus joazeiro*

Fonte: Lorenzi; Matos, 2002

Essa espécie tem grande importância socioeconômica por servir de alimento para o gado no período de seca, além de fornecer frutos para alimentação humana, medicamentos e madeira. As folhas e frutos servem de alimentos para bovinos, ovinos e caprinos, principalmente em épocas de seca. Os frutos são comestíveis e ricos em ácido ascórbico (vitamina C), podendo ser consumido in natura ou de forma beneficiada. A madeira é utilizada para confecção de mourões e como fonte de energia na forma de lenha ou carvão (Souza; Nunes e Albuquerque, 2021). No âmbito medicinal o *Z. juazeiro* é amplamente utilizado, sendo aplicado pelas comunidades tradicionais até hoje no tratamento de problemas gástricos, gengivite, seborreia, clareamento de pele, cicatrização e expectorante, pois, já foi alvo de diversos trabalhos científicos e em sua maioria obteve resultados que comprovam o seu potencial medicinal (Rego, 2019).

Em estudos fitoquímicos realizados no *Z. juazeiro* pode-se encontrar os seguintes metabólitos secundários: saponinas que é o principal marcador da espécie, fenóis e taninos, flavonoides, esteroides e triterpenóides. Além da prospecção fitoquímica, já foi avaliado sua potencial atividade antimicrobiana e antioxidante (Silva *et al.*, 2011; Melo *et al.*, 2012; Nascimento *et al.*, 2017).

#### 4.6.Extrativos

Os extrativos são substâncias de baixo peso molecular encontrados na madeira de forma mais abundante na casca, cerne e em menor proporção no alburno. São substâncias facilmente solúveis em solventes orgânicos neutros ou água, consideradas como não integrantes da parte estrutural da parede celular ou lamela média. Esses componentes são frequentemente responsáveis por determinadas características da madeira como: cor, cheiro, resistência natural ao apodrecimento, gosto e propriedades abrasivas. Sua composição e quantidade relativa dependem de diversos fatores, como espécie, idade, região de procedência e etc. Compõem aproximadamente 3 a 10% da madeira seca. Embora esses componentes contribuam somente

com uma pequena porcentagem da massa da madeira, podem apresentar uma grande influência nas propriedades e na qualidade das madeiras (Klock *et al.*, 2005).

Os extractivos são compostos por metabólitos secundários, ou seja, são substâncias produzidas pelo metabolismo secundário da planta. Esses compostos são essenciais para os vegetais, eles atuam como atrativos ou repelentes de polinizadores, herbicidas, na proteção contra radiação UV e poluição, estresse hídrico, na sinalização intraespecífica, na alelopatia, dentre outras funções (Rezende *et al.*, 2016).

Os metabólitos secundários englobam diversos compostos, já foram identificadas mais de 50 mil espécies de angiospermas. Eles são sintetizados em diferentes compartimentos celulares, por quatro vias de biossíntese, são elas: via do acetato malonato, do ácido mevalônico (MEV), do metileritritol fosfato (MEP) e do ácido chiquímico. Através dessas vias são formados os três principais grupos de metabólitos secundários: terpenos, substâncias fenólicas e substâncias nitrogenadas, esses compostos orgânicos possuem atividades biológicas (Rezende *et al.*, 2016; Delbone; Lando, 2010).

Os compostos orgânicos secundários são os chamados princípios ativos vegetais comumente encontrados em diversos produtos e terapias, essas substâncias são responsáveis pelo efeito medicinal das plantas, porém dependendo da dose administrada, o efeito deixa de ser terapêutico e passa a ser tóxico (Rezende *et al.*, 2016). Segundo Paiva *et al.* (2010) diferentes tipos de metabólitos secundários têm sido identificados como princípio ativo de extratos antimicrobianos obtidos com solventes orgânicos. As atividades observadas são atribuídas aos compostos bioativos e suas combinações, interagindo de modo sinérgico entre si. Assim, os vários metabólitos secundários presentes no extrativo da madeira podem ter efeito sinérgico ou antagonista entre si.

Estudos evidenciam a importância dos metabólitos secundários, devido sua ação antioxidant; anti-inflamatória; anticancerígena e inibitória de doenças cardiovasculares. Sendo evidente a importância do estudo de extratos vegetais na identificação de substâncias bioativas e suas possíveis aplicações em tratamentos terapêuticos (Cunha *et al.*, 2016).

Os compostos flavonóides, polifenólicos, proantocianidinas, alcalóides, terpenóides e esteróides são geralmente responsáveis pelas atividades anti-inflamatórias dos extratos vegetais. Esses metabólitos secundários atuam em diferentes alvos envolvidos na via inflamatória (Ribeiro *et al.*, 2018).

#### 4.6.1. Fenóis

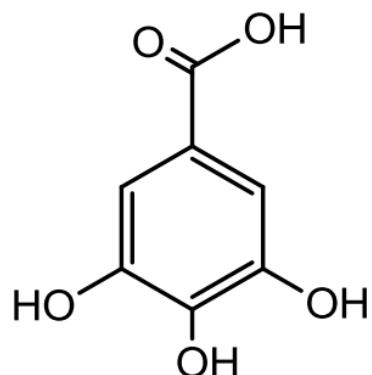
Os compostos fenólicos abrangem as substâncias com ao menos um anel aromático no qual houve a substituição de ao menos um hidrogênio por um grupo hidroxila, sendo que estas substâncias podem ser simples ou com diversos graus de polimerização. Podendo ocorrer naturalmente na forma livre (agliconas), ligados a açúcares (glicosídeos), ou ainda, ligados a proteínas, terpenos, entre outros. Ácidos fenólicos, quinonas, fenilpropanoides, cumarinas, flavonoides e as substâncias poliméricas (taninos e ligninas) são exemplos de substâncias fenólicas (Rezende, 2016).

Essas substâncias são oriundas do metabolismo secundário dos vegetais, que compreendem um grande grupo de moléculas que são produzidas em resposta a estresses bióticos e abióticos. Os compostos fenólicos podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilos como grupos funcionais. Eles são divididos em ácidos fenólicos, flavonoides e não flavonoides como os taninos (Brandão *et al.*, 2019; Albuquerque *et al.*, 2019).

Esses compostos tem por característica principal a presença de um grupo hidroxila ligado diretamente a um anel benzênico. Sendo assim, a hidroxila faz com que o fenol se assemelhe a um álcool, sendo capaz de formar ligações fortes de hidrogênio. Estas ligações

colaboram para que o fenol tenha altos pontos de ebulação, em comparação a hidrocarbonetos de mesma fórmula molecular (Solomons; Fryhle, 2009).

Os compostos fenólicos são do tipo ROH, onde R é um grupo benzênico (Figura 8) (Silva, 2011).



**Figura 8 - Ácido gálico, exemplo de composto fenólico**

Fonte: Pastore (2004)

#### 4.6.2. Flavonoides

São compostos fenólicos que é originado no citosol e vacúolos dos vegetais. Os flavonóides são moléculas de baixo peso molecular e apresentam grande ação antioxidante, sendo capaz de inibir a peroxidação dos lipídeos e reduzir o dano celular causado pelo estresse oxidativo (Alinian *et al.*, 2016).

Os flavonoides são constituídos quimicamente por um núcleo fundamental composto de quinze átomos de carbono (C15), arranjados em dois anéis fenólicos A e B, e um anel C, derivados de diferentes vias biossintéticas. Possuem mais de 8000 diferentes tipos de substâncias, sendo as suas principais classes os flavonóis, isoflavonas, flavonas, flavanonas, flavanas, flavanonois, antocianinas, antocianidinas e proantocianidinas (ou taninos condensados) Na figura 9 apresenta a fórmula estrutural característica de alguns flavonoides (Pastore, 2004; Oliveira *et al.*, 2006; Huber & Rodriguez-Amaya, 2008; Vizzotto *et al.*, 2010).

Fórmula Estrutural	Flavonóides Representados	Substituições						
		5	6	7	3'	4'	5'	
Flavanona	Eriodictiol Hesperetina Naringenina	OH OH OH	H H H	OH OH OH	OH OH H	OH OMe OH	H H H	
Flavanol	Catequina Gallocatequina	OH OH	H H	OH OH	OH OH	OH OH	H OH	
Flavona	Apigenina Crisina Luteolina	OH H OH	H H H	OH OH OH	H H OH	OH H OH	H H H	
Flavonol	Kaempferol Miricetina Quercetina	OH OH OH	H H H	OH OH OH	H OH OH	OH OH OH	H OH H	
Flavanonol	Taxifolina		OH	H	OH	OH	OH	H
Isoflavona	Daidzeína Genisteína Gliciteína formononetina	H OH OH H	H H OMe H	OH OH OH OH	H H H H	OH OH OH OMe	H H H H	

**Figura 9 - Estruturas químicas de alguns flavonóides vegetais**

Fonte: modificado (BIRT; HENDRICH; WANG, 2001).

Os flavonoides possuem diversas aplicações terapêuticas atribuídas as suas atividades biológicas. Esses metabólitos se destacam por apresentarem atividade antibacteriana, antifúngica, anti diabética, neuroprotetora, cardioprotetora, antiinflamatória e atividade antioxidante (Moraes *et al.*, 2022).

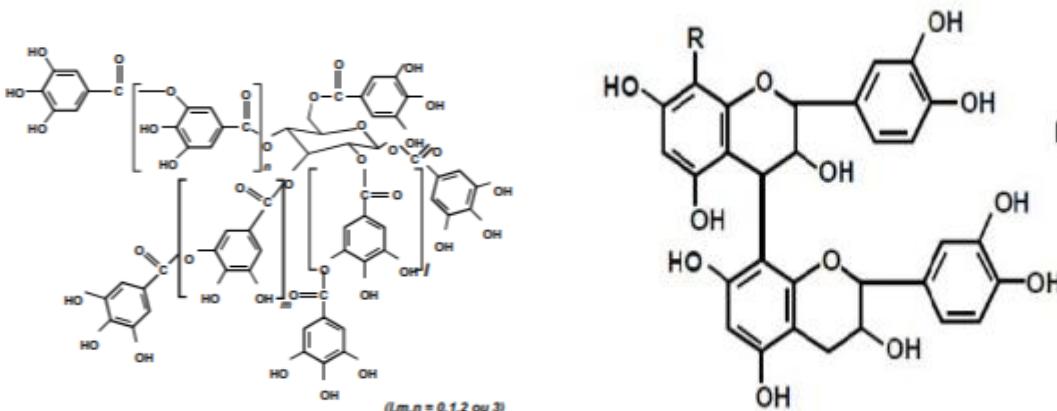
Em comparação com outras moléculas antioxidantes bem conhecidas, como as vitaminas C e E, os flavonoides demonstram uma eficiência superior. Esses compostos desempenham um papel crucial na redução de espécies reativas de oxigênio (EROs) e, consequentemente, na diminuição de radicais livres no organismo. Dessa forma, exercem uma ação antioxidante, proporcionando benefícios à saúde, como a redução da concentração sérica de LDL, além de auxiliar o organismo na ativação de defesas imunes naturais contra toxinas endógenas e exógenas (Moraes *et al.*, 2022).

#### 4.6.3. Taninos

Os taninos fazem parte dos compostos fenólicos oriundos do metabolismo secundário das plantas, sendo definidos como polímeros fenólicos solúveis em água que precipitam proteínas. Eles Apresentam peso molecular compreendido entre 500 e 3000 Dalton, e tem a habilidade de formar complexos insolúveis em água com proteínas, gelatinas e alcaloides (Haslam, 1966; Mello & Santos, 2001).

Os taninos são divididos em duas classes: os taninos hidrolisáveis e os condensáveis. Os taninos hidrolisáveis são polímeros de ácido gálico e elágico, esterificados com açúcares e os taninos condensados são polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol. Esses fenólicos são substâncias adstringentes (precipitam proteínas transformando-as em derivados insolúveis) e essa propriedade é muito importante na proteção contra herbivoria, uma vez que torna o material vegetal pouco palatável e com menor valor nutricional. Podem ser encontrados em

várias partes dos vegetais, como no cerne da madeira, na casca, nos frutos, nas folhas e nas sementes (Pizzi, 1993; Monteiro et al., 2005; Rezende, 2016).

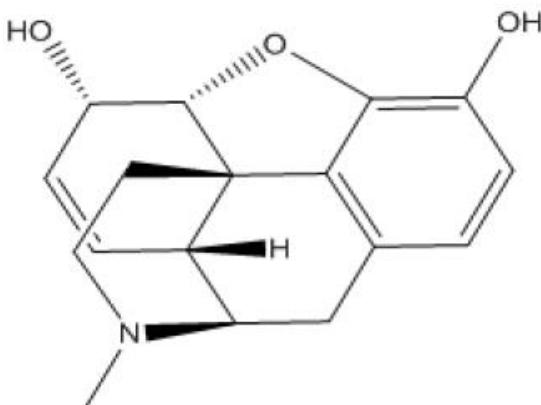


**Figura 10 – Estruturas dos taninos hidrolisáveis e condensados**  
Fonte: NAKAMURA et al (2003); CASTEJON, 2011

#### 4.6.4. Alcalóides

Os alcaloides são compostos orgânicos cíclicos que tem pelo menos um átomo de nitrogênio no seu anel. Geralmente os alcaloides possuem caráter alcalino, devido a presença do átomo de N que representa um par de elétrons não compartilhados. São sintetizados no retículo endoplasmático, concentrando-se, em seguida, nos vacúolos e, dessa forma, não aparecem em células jovens. Essa classe de compostos orgânicos se destaca pela presença de substâncias que possuem expressivo efeito no sistema nervoso, sendo muitas delas grandemente utilizadas como venenos ou alucinógeno (Vizzotto et al., 2010).

Essa classe de compostos nitrogenados possui reconhecimento pelo seu amplo espectro de atividades biológicas, por isso correspondem a princípios ativos comuns em plantas medicinais e tóxicas. Alguns exemplos são a papoula (*Papaver somniferum*, Papaveraceae), que contém morfina, codeína e papaverina; o café (*Coffea arabica*, Rubiaceae), que contém cafeína; a espécie *Chondodendron tomentosum* (Menispermaceae), da qual se extrai o curare, potente relaxante muscular com atividade anestésica, utilizado como veneno de flecha por indígenas sul-americanos. Outro alcaloide muito conhecido é a nicotina (presente no fumo, *Nicotiana tabacum*, Solanaceae) (Rezende, 2016).

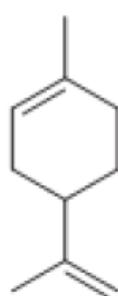


**Figura 11- Exemplo de uma estrutura de alcalóide**  
Fonte: Oliveira (2011)

#### 4.6.5. Terpenos

Os terpenoides são a classe estruturalmente mais variada de produtos vegetais naturais, apresentando uma grande diversidade estrutural, com mais de 35 mil substâncias identificadas. São derivados teóricos do isopreno, uma estrutura de 5 carbonos, sendo o número dessa unidade presente na molécula utilizado para a classificação, podendo existir: monoterpenos (C10), sesquiterpenos (C15), diterpenos (C20), triterpenos (C30), tetraterpenos (C40) e politerpenos (mais de 40 carbonos) (Rezende, 2016).

O caminho biossintético desses compostos dá origem a metabólitos primários e secundários sendo ambos de grande relevância para o crescimento e desenvolvimento das plantas. São geralmente insolúveis em água e todos derivam da união de isopreno (5 átomos de C), sendo classificados pelo número dessas unidades (García, 2009).



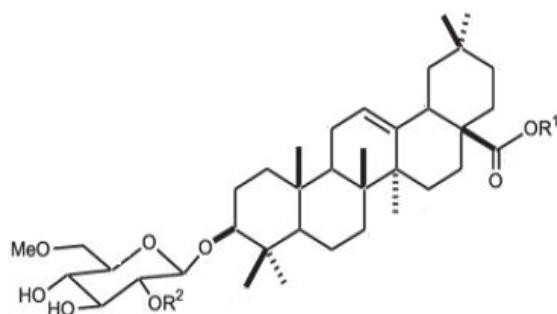
**Figura 12** - Exemplo de uma estrutura de terpeno

Fonte: Oliveira (2011).

Muitas plantas como limão, menta, eucalipto ou tomilho, produzem misturas de álcoois, aldeídos, cetonas e terpenos chamados de óleos essenciais. Eles são responsáveis pelos odores e sabores característicos dessas plantas, sendo de grande interesse comercial devido seus aromas e fragrâncias, utilizados na indústria alimentícia, farmacêutica e agrícola (García, 2009).

#### 4.6.6. Saponinas

As saponinas são glicosídeos de esteróides ou de terpenos policíclicos. Constitui uma estrutura com caráter anfifílico, ou seja, parte da estrutura com característica lipofílica (triterpeno ou esteróide) e outra hidrofílica (açúcares). Essa característica confere a propriedade de redução de tensão superficial da água e suas ações detergentes e emulsificante (Schenkel *et al.*, 2001).



**Figura 13** - Estrutura de saponina triterpênica

Fonte: Oliveira (2011)

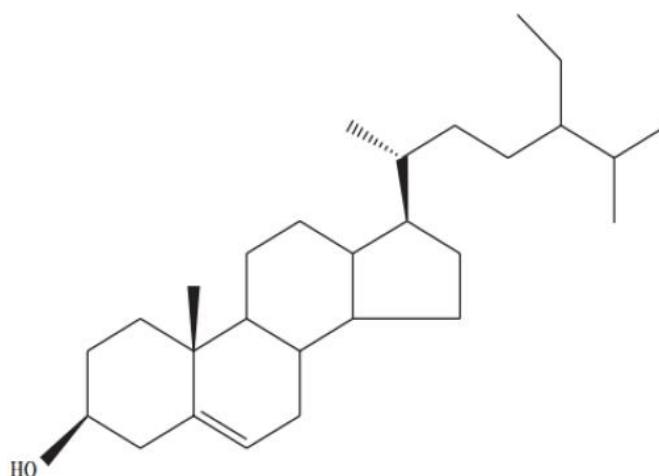
Seu efeito biológico destaca-se pela ação antioxidante, em que se ligam a sais biliares e colesterol no tubo digestivo; além disso atuam contra células tumorais, elas também

desempenham nas plantas um importante papel na defesa contra insetos e microrganismos (Vizzotto et al., 2010; Pereira; Cardoso, 2012).

#### 4.6.7. Esteroides

Os esteroides, possuem em suas cadeias 28 a 29 átomos de carbonos, se diferenciando do colesterol pela presença de um radical metila ou etila originando uma ramificação. Dentre os benefícios à saúde humana destaca-se a diminuição nos níveis de colesterol no sangue; redução nos riscos de desenvolvimento de doenças cardíacas e inibição do surgimento de certos tipos de tumores malignos (Pereira; Cardoso, 2012).

Os esteroides se apresentam como álcool livre ( $3\beta$ -OH), esterificados a ácidos graxos ou como glicosídeos. Eles constituem as membranas das plantas, algas e fungos e afetam a sua permeabilidade (Gros, 1985; Dewick, 2002).



**Figura 14 - Exemplo da estrutura de um esteroide**  
Fonte: Oliveira (2011)

#### 4.6.8. Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier(FTIR)

A espectroscopia é um termo conhecido nos campos da física e da química, utilizado para descrever métodos analíticos que investigam a interação entre radiações eletromagnéticas e moleculares. A união de átomos em moléculas implica diversas formas de energia, incluindo energia translacional, vibracional e eletrônica. No contexto da espectroscopia no infravermelho, a abordagem baseia-se nos movimentos relativos dos átomos dentro de uma molécula, ou seja, em suas vibrações (Alcácer, 2007). Dessa maneira, a espectroscopia no infravermelho identifica a radiação absorvida pelas ligações vibracionais das moléculas.

A região de radiação no infravermelho, dentro do espectro eletromagnético, abrange a faixa situada entre as regiões visíveis e de micro-ondas. Essa subdivisão compreende os infravermelhos próximos ( $4000 - 12500 \text{ cm}^{-1}$ ), médios ( $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$ ) e longos ( $10 - 400 \text{ cm}^{-1}$ ) (XU et al., 2013). A área de maior interesse para a análise de grupos funcionais está localizada na faixa entre  $4000$  e  $400 \text{ cm}^{-1}$  (Bruice, 2006).

Em um processo de absorção, ocorre a absorção de frequências de radiação infravermelha correspondentes as frequências de vibração natural da molécula, e a energia irá aumentar a amplitude do movimento vibracional das ligações na molécula. Porém, apenas ligações com momento dipolo que podem mudar em função do tempo serão capazes de absorver radiação no infravermelho (Pavia et al., 2015). Os movimentos vibracionais de uma molécula podem ser categorizados em duas classes principais: deformações axiais (estiramento) e as deformações angulares (dobramentos) (Silva et al., 2021).

Em termos gerais, as vibrações moleculares podem manifestar-se de seis formas distintas: estiramento simétrico, estiramento assimétrico, dobramento angular simétrico no plano (scissor), dobramento angular assimétrico no plano (rocking), dobramento simétrico fora do plano (wagging) e dobramento assimétrico fora do plano (twisting) (Paiva, 2015).

A espectroscopia na região do infravermelho por transformada de Fourier possui ampla aplicabilidade, abarcando desde a análise de pequenas moléculas até sistemas complexos (BERTHOMIEU; HIENERWADEL, 2009). Diante disso, espectroscopia no infravermelho tem como objetivo principal proporcionar informações estruturais de uma molécula, sendo, portanto, amplamente empregada para a identificação de grupos funcionais (Huang; Singh; Ragauskas, 2011; Humbert; Quilés, 2011).

#### **4.7. Ação antifúngica**

O estudo da atividade antimicrobiana vem ganhando destaque nos últimos anos, devido ao crescimento da resistência dos microrganismos a terapêuticos utilizados no tratamento das patologias. O uso indiscriminado de antifúngicos e interrupção do tratamento vem sendo a causa da resistência medicamentosa em tratamentos de infecções fungicas. Essa prática faz com que cepas resistentes sejam selecionadas dificultando o combate de novas gerações de fungos. (Campos *et al.*, 2020).

Na atualidade as infecções por fungos (micoes) vêm aumentando, principalmente em pacientes imunossuprimidos devido a infecções do vírus HIV, uso de terapias imunossupressoras para tratamento de câncer, doenças autoimunes ou no transplante de órgãos. Com isso tem-se aumentado o predomínio de micoes com alta morbidade e mortalidade (Mahajan, 2014; Melo *et al.*, 2012).

Devido a esse cenário as pesquisas por novas substâncias com ativos antimicrobianos tem aumentado, sendo os extratos vegetais promissores nessa busca. As plantas medicinais são capazes de eliminar os patógenos e também podem diminuir resistência dos microrganismos aos fármacos já utilizados comercialmente (Cabral, 2014; Ribeiro, 2015).

##### **4.7.1. *Sporothrix spp***

O *Sporothrix schenckii* faz parte do reino Fungi, sendo um ser eucariótico desprovido de mobilidade, de natureza heterotrófica e caracterizado pela presença de quitina em sua parede celular (Lacaz *et al.*, 1998). É um fungo dimórfico que apresenta uma fase micelial e uma fase de levedura, sendo o causador da esporotricose, importante infecção fúngica distribuída por todo o mundo, em especial nas zonas tropicais e subtropicais (Howard, 1961; Brarros; Paes; Schubach, 2011).

De acordo com Marimon *et al.* (2007), sugeriram que *S. schenckii* não é a única espécie causadora da esporotricose e sim um complexo de espécies, que englobam *S. brasiliensis*, *S. globosa*, *S. mexicana* e *S. luriei* dentre outras.

A esporotricose é uma micose subcutânea, adquirida por inoculação traumática de solo e material vegetal contaminados com propágulos infecciosos do patógeno ou transmissão zoonótica através de mordida e arranhaduras de gatos infectados. As lesões causadas pela infecção ficam restritas à pele, tecido celular subcutâneo e vasos linfáticos adjacentes. Porém eventualmente, este fungo pode disseminar-se para outros órgãos e, alternativamente, em raras ocasiões, a inalação de conídios pode levar a uma doença sistémica (Brarros; Paes; Schubach, 2011).

O estado do Rio de Janeiro está enfrentando uma epidemia de sporotricose, sendo considerada uma doença negligenciada. O gato doméstico (*Felis catus*) é identificado como principal hospedeiro afetado por essa micose, como também transmissor, desempenhando um papel central na propagação zoonótica da doença (Barros *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2012).

Espécies de *Sporothrix* provenientes de casos tanto em humanos quanto em animais têm demonstrado habilidade para desenvolver resistência antifúngica aos tratamentos convencionais. Destaca-se que o *S. brasiliensis*, em particular, exibe uma notável capacidade de adquirir mecanismos mutacionais ou de resistência (Waller *et al.*, 2021).

Portanto, torna-se crucial a investigação das propriedades de plantas medicinais como uma estratégia para aprimorar a eficácia dos agentes antifúngicos e mitigar os índices de resistência (Donadu *et al.*, 2021).

#### **4.7.2. *Candida albicans***

A forma de vida do gênero *Candida* manifesta-se sob a configuração de leveduras. Conforme sua classificação taxonômica, esses organismos pertencem ao Reino Fungi, à divisão Eumycota, ao filo Ascomycota, à classe Deuteromycetes, à ordem Cryptococcales e integram a família Cryptococcaceae (Kurtzman; Fell, 1998; Sidrim; Rocha, 2004).

As principais espécies de *Candida* de relevância médica incluem *C. albicans*, *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. krusei*, *C. guilliermondii*, *C. parapsilosis*, *C. kefyr*, *C. dubliniensis*, *C. famata*, *C. lipolytica*, *C. norvegensis* e *C. lusitaniae*. Dentro desse conjunto de espécies, *C. albicans* se destaca como a levedura mais frequentemente associada a infecções fúngicas (López- Martínez, 2010; Pietrella *et al.*, 2011).

*C. albicans* é um fungo dimórfico, que pode integrar a flora comum da boca, trato geniturinário e gastrointestinal, e em menor proporção, da pele em estado comensal (Maya-Rico; Cardona-Castro, 2018). Contudo, um desequilíbrio na microbiota, especialmente em situações de enfraquecimento do sistema imunológico do hospedeiro, revela um caráter oportunista. No entanto uma disfunção da microbiota, sob o enfraquecimento imunológico do hospedeiro, pode levar a patologias clínicas (Berman, 2012).

Embora esse micro-organismo faça parte do nosso organismo, ele tem o potencial de desencadear um amplo espectro de doenças. As patologias associadas a esta espécie variam desde infecções vaginais, afetando até 75% das mulheres pelo menos uma vez na vida, infecções orais, até infecções profundas em pacientes hospitalizados, associadas a elevadas taxas de morbidade e mortalidade. Além disso, *Candida albicans* pode desempenhar um papel na persistência ou agravamento de algumas doenças inflamatórias intestinais crônicas (Fornari *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2022).

A candidíase representa uma gama de infecções originadas por leveduras pertencentes ao gênero *Candida* (Lafleur *et al.*, 2006). Os sintomas dessa infecção costumam ser brandos, especialmente em casos de infecções tópicas. Contudo, em pacientes gravemente imunocomprometidos, podem ocorrer infecções sistêmicas. Embora relativamente raras, essas infecções sistêmicas estão associadas a uma taxa elevada de mortalidade entre os pacientes (Henriques; Williams, 2020).

A determinação da terapia adotada no tratamento da candidíase dependerá do julgamento médico, da condição clínica específica e das características individuais de cada paciente. Entre os antifúngicos amplamente utilizados, destacam-se os azóis, subdivididos em imidazóis (como butoconazol, clotrimazol, miconazol e cetoconazol) e triazóis (como fluconazol e terconazol). Esses agentes atuam inibindo a síntese do ergosterol, componente presente na célula do fungo. Além disso, a classe dos polienos, representada por anfotericina B e nistatina, exerce seu efeito ao alterar a permeabilidade da membrana celular fúngica (Costa; Fernandes; Silva, 2003).

Os antifúngicos pertencentes à classe dos azóis têm sido amplamente empregados sem distinção no tratamento da candidíase. A facilidade de acesso a esses medicamentos, aliada à promoção do auto diagnóstico e à dispensa da necessidade de prescrição médica, contribuiu para o aumento da incidência de resistência medicamentosa (Araujo *et al.*, 2021). Diante desse

cenário, é imprescindível a busca por novos agentes terapêuticos provenientes de fontes alternativas, como é o caso das plantas medicinais (Liberato, 2019).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1.Material

O estudo foi desenvolvido com espécies oriundas da Fazenda Milhã/Poço da Pedra, localizada no estado do Rio Grande do Norte (RN), Brasil. O empreendimento rural é de propriedade particular e possui 1.132,78ha de mata nativa de Caatinga sob manejo florestal sustentável, representando aproximadamente 60% da área total da propriedade. Está situada nas coordenadas 5°35'47.3"S 35°51'59.6"W, na região Agreste, microrregião de Serra Verde/RN.

As amostras foram provenientes do talhão 8, que foi previamente estudado. Esse talhão possui 10 parcelas, já demarcadas, que estão georreferenciadas e mapeadas com auxílio de um GPS Garmin 62s. Cada parcela possuía área de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m) e distribuída inteiramente ao acaso.

Foram derrubadas árvores das espécies *Andira anthelmia* (sajadeira), *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir (jurema preta), *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro), *Poincianella pyramidalys* (Tul.) L. Q. Queiroz (catingueira), sendo três indivíduos de cada. Desses espécies foram retirados discos de madeira nas posições de 0% (junto ao colo da árvore), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial da árvore.

### 5.2. Preparo dos extrativos da madeira

Os discos de madeira foram descascados e cavaqueados, excluindo as regiões defeituosas, e em seguida os cavacos sadios foram processados em moinho de facas tipo Willey. A fração que foi utilizada para o preparo dos extrativos foi referente a porção que atravessou a peneira de malha 40 mesh e que se manteve retida na peneira de 60 mesh como preconiza a norma TAPPI T204 cm-97 (1997).

Foram adicionados 10g de madeira %AS homogeneizada em cartuchos de papel filtro e em seguida os mesmos cartuchos foram submetidos a três processos de extrações sucessivas com os solventes ciclo hexano, acetato de etila e metanol por 12 horas em aparelho soxhlet, utilizando-se 250 mL de solvente por cada extração.

Após esse período, contando com um rotavapor, o material contido no balão no qual continha o material solúvel foi concentrado. E dando continuidade ao procedimento, os extratos foram transferidos para um recipiente e levados a capela até a completa evaporação do solvente em temperatura ambiente (Abreu *et al.*, 2006). Foram determinados os teores de extrativos conforme Abreu *et al.* (2006). Em todas análises, foram realizadas em forma de duplicata.

#### *Teor de extrativos*

Os extratos obtidos para cada solvente foram determinados através da seguinte equação:

$$TE = (P2 \times 100) / P1$$

Em que, TE = teor de extrativos (%); P2 = peso do extrativo concentrado (g); e P1 = peso da amostra seca (g).

### 5.3. FTIR

Para a análise de espectroscopia FT-IR foram utilizados os extratos obtidos no ciclo de extração. Os espectros foram registrados em um espectrômetro BRUKER modelo VERTEX 70 no modo Attenuated Total Reflectance (ATR) utilizando 4 cm<sup>-1</sup> de resolução e amplitude espectral entre 4000-400 cm<sup>-1</sup>.

#### **5.4. Prospecção Fitoquímica**

A prospecção fitoquímica das espécies para a detecção dos grupos dos extrativos a partir do extrato hidrofílico da madeira foi efetuada de acordo com a proposta por Matos (2009), e todos os testes foram realizados em forma de duplicata.

A solução do extrato hidrofílico foi preparada a partir do extrativo obtido via extração com solvente metanol absolutamente seco em capela. Transferiu-se uma certa quantidade do extrativo seco no recipiente de vidro para um balão de 25 mL e foi colocado solvente metanol no balão até o menisco. Essa solução hermeticamente fechada foi transferida para uma placa aquecedora para diluição dos fragmentos de extrativo, sendo depositada ao final do processo de diluição em um Becker.

##### **5.4.1. Teste para fenóis e taninos**

Foram adicionados em um tubo de ensaio 2 mL da solução preparada a partir do extrato metanólico, 2 mL de água destilada e 3 gotas de FeCl<sub>3</sub> (Cloreto de ferro), onde foi observada a reação cujo surgimento de precipitados vermelho até verde indicam a presença de fenóis, precipitado azul indica taninos pirogálicos, e verde, taninos condensados.

##### **5.4.2. Teste para antocianinas, antocianidinas e flavonóides**

Colocou-se 2 mL da solução preparada a partir do extrato metanólico em 3 tubos de ensaio, onde condicionou-se um deles a pH 3, outro a pH 8,5 e o terceiro a pH 11. O resultado observado após a adição foi o aparecimento de cores como fixado na Tabela 1.

**Tabela 1** - Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de antocianinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, xantonas, chalconas, auronas e flavanonóis

Constituintes	pH 3	pH 8,5	pH 11
Antocianinas e Antocianidinas	Vermelho	Lilás	Azul Púrpura
Flavonas, Flavonóis e Xantonas	-	-	Amarelo
Chalconas e Auronas	Vermelho	-	Vermelho Púrpura
Flavanonóis	-	-	Vermelho Laranja

##### **5.4.3. Teste para leucoantocianidinas, catequinas e flavonas**

A solução preparada do extrato metanólico foi depositada em dois tubos de ensaio, em seguida foram inseridos em um dos tubos HCl (ácido clorídrico) para obter pH 1-3, e no outro NaOH (hidróxido de sódio) para obter pH 11. Após esses procedimentos os tubos de ensaio foram aquecidos em banho-maria e investigou-se o aparecimento de cores, como sugere a Tabela 2.

**Tabela 2** - Cores das reações do extrato hidrofílico para identificação de leucoantocianidinas, catequinas e flavonas.

Constituintes	pH 3	pH 11
Leucoantocianidinas	Vermelho	-
Catequinas	Pardo – amarelado	-
Flavonas	-	Vermelho – laranja

#### **5.4.4. Teste para flavonóis, flavanonas e xantonas**

Foram inseridos em um tubo de ensaio 2 mL da solução preparada do extrato metanólico, posteriormente pequenas fitas de magnésio foram depositadas no tubo de ensaio e 0,5 mL de HCl concentrado, após, levou-se a mistura para aquecer. O surgimento de coloração avermelhada confirma a presença dessas substâncias.

#### **5.4.5. Teste para esteróides e triterpenóides**

Primeiramente 2 mL da solução preparada do extrato metanólico foi depositada em um funil contendo papel filtro, logo adiante, foram adicionados ao funil cerca de 50 mL de clorofórmio, 1 mL de anidrido acético e três gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado. O resultado do teste pode ser constatado de duas maneiras, cor azul seguida de verde (esteróides livres) e a cor parda até vermelha (triterpenóides pentacíclicos livres).

#### **5.4.6. Teste para Saponinas**

O tubo de ensaio foi preenchido com 2 mL da solução preparada do extrato metanólico, 2mL de água destilada e em seguida foi agitado vigorosamente por um período de dois minutos. O teste é confirmado positivamente quando há o aparecimento de espuma persistente.

#### **5.4.7. Determinação de Alcalóides**

Na alíquota de 2 mL da solução preparada a partir do extrato metanólico adicionou-se NH<sub>4</sub>OH (hidróxido de amônio) concentrado a fim de atingir o pH 11. Essa solução foi transferida para o interior de um funil de separação e em seguida houve a adição de 5, 3 e 2 mL de éter-clorofórmio nessa ordem, onde a cada adição a mistura foi agitada com um bastão de vidro e a fase aquosa era removida para um Erlenmeyer. A fase orgânica retida no funil de separação após as adições recebeu 10 mL de HCl 0,1 N e a solução aquosa ácida resultante foi dividida em dois tubos de ensaio. Um tubo recebeu 3 gotas de reagente Dragendorff e o outro 3 gotas do reagente Mayer. Esse teste é confirmado com a formação de precipitado flosculoso.

#### **5.4.8. Determinação de Resinas**

Uma pequena quantidade de extrativo obtido via extração com metanol absolutamente seco foi depositada em um balão volumétrico de 10 mL preenchendo em seguida até o menisco pele solvente etanol. Essa solução foi encaminhada ao aquecimento em placa aquecedora até completa diluição dos fragmentos de extrativo. No segundo momento pipetou-se 3 mL desta solução transferindo-a ao tubo de ensaio, ao qual se adicionou 2 mL de água destilada. O processo seguinte foi de agitação vigorosa do tubo de ensaio por aproximadamente dois minutos, esse teste indica positivo quando há aglomeração de precipitado flosculoso após a agitação.

### **5.5. Análise da capacidade antioxidante por FRAP**

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método de redução do íon ferroso (FRAP, *Ferric Reducing Antioxidant Power*), em triplicata. Foi adquirido kit MAK369 da Sigma-Aldrich e o experimento performado conforme indicado pelo fabricante. Em placas de 96 poços foram adicionados 10µL das amostras de *A. anthelmia*, *M. tenuiflora* Z. joazeiro, *P. pyramidallis* em metanol de grau P.A ACS, na concentração de 0,2mg/mL. Às amostras foram adicionados 190µL da mistura reacional, e a reação ocorreu em banho maria estável a 37°C durante 60 minutos. A leitura da absorvância foi feita em equipamento ELISA a 595nm. A capacidade antioxidante foi então inferida por interpolação do valor de absorvância das amostras em comparação com uma curva padrão de solução de ferro (II) (0, 4, 8, 12, 16, 20 nmol/poço). Também foram realizados controle positivo e leitura do branco, conforme indicado pelo fabricante. O valor para FRAP mM de Fe<sup>2+</sup> equivalentes foi dado pela equação:

$$\frac{B \times D}{V}, \text{ onde:}$$

B = Concentração em nmol da curva padrão de ferro (II)

D = Fator de diluição da amostra

V = volume (em  $\mu\text{L}$ ) da amostra adicionado em cada poço

Esse método baseia-se na redução do complexo de  $\text{Fe}^{3+}$  -TPTZ (2,4,6-tri (2- piridil-1,3,5-triazina) à sua forma ferrosa em pH ácido. A ligação de  $\text{Fe}^{2+}$  ao ligante gera uma cor azul muito intensa, correlacionando assim com a concentração de antioxidantes (Prior & Cao, 1999; Rodrigues, 2017).

### 5.6.Determinação do Teor de Fenóis Totais

Para a determinação do teor de fenólicos totais foi utilizado o extrato obtido na extração com metanol. O ensaio de determinação do teor de fenólicos totais foi realizado utilizando o método redox com reagente de Folin Ciocalteu. O extrato metanólico foi previamente solubilizado (0.25mg mL) em metanol espectroscópico no momento do ensaio. Foi utilizada neste ensaio uma cubeta de quartzo com caminho óptico de 1 cm.T.

Uma alíquota (50  $\mu\text{L}$ ) de cada um dos extratos foi transferida para um tubo de ensaio, onde foi acrescentado 2,5 mL do reagente Folin Ciocalteau (1:10, previamente diluído em água ultrapura) e 2,0 mL de uma solução de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (4%) recém preparada em água ultrapura. A mistura reacional ficou em repouso durante 30 minutos em banho maria à 50 °C, onde foi possível observar uma mudança de coloração do amarelo esverdeado para o azul. A leitura foi feita após o tempo de incubação em espectrofotômetro UV-vis fixo em 760-nm utilizando como branco, água ultrapura (Salgueiro; Castro, 2016).

O total de substâncias fenólicas foi inferido por interpolação da absorbância de acordo com uma curva analítica construída a partir do padrão comercial Ácido Gálico. A curva analítica foi construída a partir uma solução metanólica do padrão comercial, com faixa de concentração que variou de 25-600  $\mu\text{g mL}^{-1}$  e o ensaio foi realizado a partir de 50  $\mu\text{L}$  de cada uma das soluções, de diferentes concentrações, sob as mesmas condições reacionais. A construção da curva analítica foi conduzida no software Origin 6.0 para a obtenção de uma equação da reta onde Y é o valor da absorbância e X-a concentração correspondente. Através da equação ( $Y=0,12497 +0,12951X$ , onde o coeficiente de correlação foi  $R=0,99949$ ) determinou-se indiretamente o teor de fenólicos totais nas amostras, e todas as análises foram realizadas com três repetições. Os resultados são expressos em mg equivalentes de ácido gálico por 100 mg de extrato (EAG. 100 mg de extrato).

### 5.7. Determinação do teor de flavonoides totais

A determinação do teor de flavonoides totais foi realizada pelo método de complexação com cloreto de alumínio adaptado de Bonhevi *et al.* (2008), MIHAI *et al.* (2012) e Epifanio *et al.* (2020), utilizando espectroscopia na região do visível. Foram preparadas soluções de 1mg/mL dos extratos de *A. anthelmia*, *M. tenuiflora*, *Z. joazeiro* e *P. pyramidalis* em metanol de grau P.A ACS, e as análises foram realizadas em triplicata. A uma alíquota de 0,5mL de cada solução de amostra foram adicionados 0,5mL do reagente  $\text{AlCl}_3$  5% e 9mL de metanol. A mistura foi deixada em repouso por 30 minutos. Todas as soluções utilizadas foram preparadas no dia da utilização. Em seguida, fez-se leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 430nm, em cubeta de quartzo de caminho óptico de 1cm e utilizando metanol como branco. O teor de flavonoides totais foi inferido por interpolação do valor de absorvância das amostras com base numa curva analítica construída com soluções padrão de quercetina (0, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). Os valores são expressos em mg de equivalentes de quercetina por g de extrato seco (mgEQ/g).

## **5.8. Avaliação da Atividade Antifúngica através da determinação da concentração inibitória mínima (CIM)**

Para determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM) dos extratos foi utilizado o método de microdiluição em caldo seguindo a metodologia descrita na norma M27-A3 (CLSI, 2008) proposto pelo “Clinical and Laboratory Standards Institute” com modificações.

O meio líquido base utilizado foi o Roswell Park Memorial Institute (RPMI) - 1640 com L-glutamina, sem bicarbonato de sódio e com vermelho de fenol como indicador de pH (Sigma). O meio RPMI 1640 foi obtido comercialmente na forma de pó e sua suspensão será preparada conforme recomendação do manual CLSI. A esterilização do meio se deu por filtração em membranas de 0,22 µm, utilizando pressão positiva.

A solução estoque dos extratos vegetais e dos antifúngicos (itraconazol e anfotericina B) foram preparadas utilizando o dimetilsulfóxido (DMSO) (Merck, Darmstadt, HE, Alemanha) como diluente. A concentração dos extratos após o preparo foi de 40 mg/mL.

Foram preparadas diluições das suspensões dos extratos e dos antifúngicos em meio líquido RPMI 1640 tamponado para atingir uma concentração de duas vezes a necessária para o teste de microdiluição em caldo. Após as diluições, o extrato vegetal ficou na concentração de 15mg/mL. A partir destas, então, realizou-se diluições seriadas nas placas contendo os micropoços (Figura 15).



**Figura 15-** Diluição seriada em placa de 96 poços, já com a inoculação do fungo

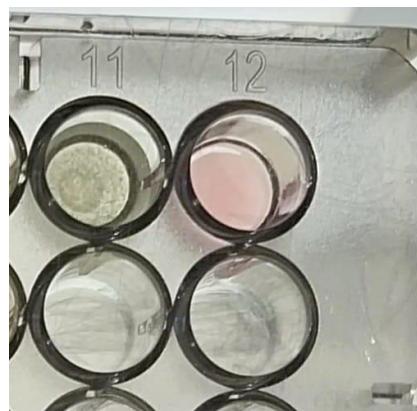
Fonte: Autora

As diluições seriadas foram realizadas de modo que as concentrações de teste dos extratos variaram de 7,5 mg/mL a 0,0147 mg/mL, e dos antifungicos itraconazol e da anfotericina B variram de 16 µg/mL a 0,0625µg/mL.

Foram utilizadas suspensões padronizadas a 0,5 da escala de Mc Farland das cepas padrões de fungos do complexo *Sporothrix*, *Sporothrix schenkii* INCQS 40286, *Sporothrix brasilienses* INCQS 40360 e de *Candida albicans* ATCC 90028 como inóculo nos poços contendo os antifúngicos. Todos os testes foram feitos em duplicata.

Realizada a microdiluição seriadas as placas foram incubadas em estufa com circulação de ar a 37°C e a leitura realizada após 48 horas de incubação. A concentração inibitória mínima será determinada visualmente (com auxílio de lupa) como a menor concentração do composto capaz de inibir o crescimento fúngico. Para interpretação dos resultados foi feito a comparação

do crescimento em cada poço com os poços controles: controle do inóculo (controle positivo fúngico) e controle de esterilidade do meio (controle negativo fúngico) (Figura 16).



**Figura 16** - Detalhe do controle positivo e negativo fúngico.  
Fonte: Autora.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1. *A. anthelmia*

#### 6.2. Extrativos da madeira de *A. anthelmia* (Angelim ou Sajadeira)

##### 6.2.1. Teores de extractivos e FTIR

A partir das extrações realizadas com a madeira de *A. anthelmia* foram encontrados os teores de extractivos descritos na Tabela 3 para cada solvente utilizado.

**Tabela 3** - Teores de extractivos obtidos da madeira de *A. anthelmia* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol.

Solventes			
Cicloexano (%)	Acetato de etila (%)	Metanol (%)	Total (%)
0,523	0,340	2,190	3,053

A extração sucessiva da madeira de *A. anthelmia* obteve diferentes rendimentos variando de 0,340% a 2,190%. O metanol foi o solvente com maior rendimento (2,190%). Dahiru *et al.* (2022) ao extrair a casca de *Andira inermis*, utilizando diferentes solventes, verificou o mesmo resultado, maior rendimento com metanol (7,22%).

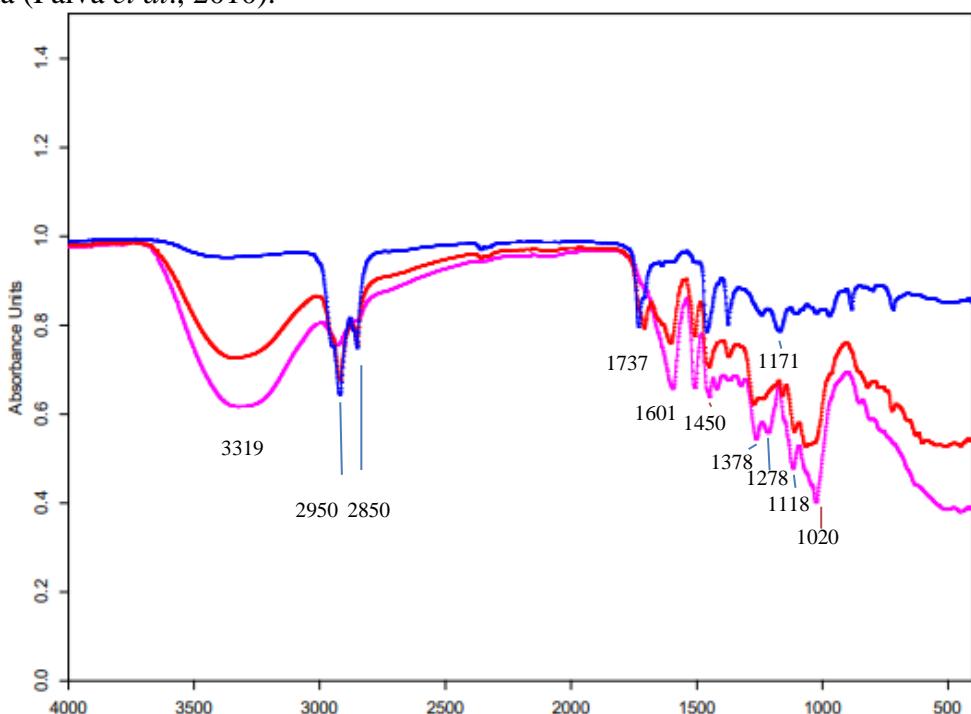
O teor de extractivos total da espécie (3,053) foi baixo quando comparado com outras espécies nativas, Almeida (2013) ao estudar resíduos de madeiras tropicais reportou altos teores de extractivos para as espécies Guajuvira (11,77%), Muiracatiara (11,90%), Jatobá (12,02%) e Ipê (13,02%). Iwakiri *et al.* (2016) também encontrou altos teores de extractivos em madeiras de espécies da Amazônia, *Eschweilera coriácea* (7,79%), *Eschweilera odora* (7,68), *Manilkara amazônica* (9,24) e *Swartzia recurva* (6,53).

Segundo Sarto & Sansigolo (2010), o estudo dos extractivos sofre influência pelo solvente utilizado, pois cada solvente possui afinidade a classes de extractivos específicas conforme sua solubilidade, tendo em vista que o extractivo é composto por diferentes classes de metabólicos secundários com solubilidades distintas. O maior rendimento na extração de

metabólitos secundários em *Andira* foi obtido com solvente polar como o metanol em relação aos apolares (Dahiru *et al.*, 2022).

Os solventes estão correlacionados com a extração de determinadas substâncias, os apolares são eficientes na retirada de graxas e ceras, já os polares como os álcoois removem substâncias fenólicas como os taninos e flavonóides. O uso de diferentes solventes na extração da madeira afeta na quantidade e na qualidade dos extractivos (Carmo, 2008; Sarto & Sansigolo, 2010). Esse fato pode ser observado em nossos resultados, em que foi reportado diferenças nos rendimentos (Tabela 3) e composição (Figura 17).

A Figura 17 exibe o espectro no infravermelho por análise FTIR dos extractos obtidos para a madeira de *A. anthelmia* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol. A espectroscopia por infravermelho (FTIR) é uma técnica analítica capaz de identificar os grupos funcionais nas estruturas químicas orgânicas. Os compostos orgânicos absorvem frequências de radiação eletromagnética na região do infravermelho do espectro eletromagnético, cada região do espectro se refere a vibração ou ao estiramento de um grupo funcional, sendo dessa forma possível a determinação das estruturas moleculares das amostras analisada (Paiva *et al.*, 2010).



**Figura 17** - Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extractos obtidos da madeira de *A. anthelmia* utilizando os solventes cicloexano (azul), acetato de etila (vermelho) e metanol (rosa).

Ao analisar os espectros obtidos para cada um dos três solventes utilizados foi possível observar diferenças em determinados picos de absorção (Figura 17). O espectro obtido do extrato utilizando o solvente cicloexano (Figura 17) apresentou os picos de absorções em 2950 cm<sup>-1</sup> e 2850cm<sup>-1</sup> que são atribuídos às deformações axiais das ligações carbono hidrogênio (C–H) referentes às saturações, abundantes em cadeias carbônicas de ácidos graxos; o pico de absorção em 1737 cm<sup>-1</sup> referente a vibração  $\nu$  (C=O) de grupo carbonila encontrado nos ésteres; o pico de aproximadamente 1171cm<sup>-1</sup> indica a deformação axial de C–O que é atribuído aos álcoois, ésteres, ácidos carboxílico e éteres. (Silverio, 2008; Silva, 2019; Colares *et al.*, 2021).

Diante dos grupos funcionais identificados por FTIR (Figura 17), sugere-se a presença de ceras, óleos e graxas nos extractos obtidos da madeira de *A. anthelmia* utilizando o solvente

cicloexano. Os ácidos graxos formam óleos e gorduras e servem de fonte de armazenamento de energia em organismos vivos. As ceras referem-se a um éster de um ácido graxo de cadeia longa mais um álcool graxo de cadeia longa. As graxas são formadas por álcoois graxos, ésteres ou ácidos graxos (Bruice, 2006; Troni, 2013; Carareto, 2014).

Os extratos obtidos através dos solventes, acetato de etila e metanol apresentaram espectros com regiões de absorções semelhantes, diferindo na intensidade em que foram registrados (Figura 15). Foi observado o pico de aproximadamente 3319 cm<sup>-1</sup> referente à vibração  $\nu(\text{O-H})$ , atribuído à deformação de C-O-H em compostos fenólicos. As bandas observadas em aproximadamente 1601cm<sup>-1</sup> a 1450cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídas a vibração  $\nu(\text{C=C})$  de anéis aromáticos dos compostos químicos presentes nos extratos vegetais, como os compostos fenólicos, incluindo os flavonóides. A banda encontrada em aproximadamente 1378 cm<sup>-1</sup> refere-se à vibração  $\nu(\text{C-O})$  encontrada em taninos. O pico observado em aproximadamente 1278 cm<sup>-1</sup> associa-se a vibração de alongamento assimétrica dos taninos no anel no pirano. Os taninos também podem ser associados ao pico 1118 cm<sup>-1</sup> correspondente a vibração  $\nu(\text{C-O})$ . O pico encontrado na faixa de 1020 cm<sup>-1</sup> pode ser relacionado às ligações (C-O e C-O-C), encontradas em compostos aromáticos de fenóis e compostos fenólicos (Carrillo-Lopez *et al.*, 2014; Ricci, 2015; Malacarne, 2018; Silva, 2021; Zanoelo, 2022).

Diante dos grupos funcionais identificados por FTIR (Figura 17), pode-se indicar que o extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia* é rico em substâncias aromáticas. Os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário que contêm um grupo fenol, ou seja, um grupo hidroxila funcional em um anel aromático. Esses compostos abrangem as classes dos taninos e flavonóides (Borges & Amorim, 2020).

O solvente metanol mostrou-se mais eficiente na extração de substâncias fenólicas (Figura 17), devido ao seu caráter polar (Espindola *et al.*, 2014). Sendo assim, o extrato obtido com esse solvente foi selecionado para as análises de fitoquímica, teor de fenóis totais, teor de flavonóides totais e capacidade antioxidante por FRAP.

### **6.2.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia***

A Tabela 4 apresenta os metabólitos secundários encontrados após a análise de prospecção fitoquímica realizada no extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia*.

**Tabela 4** - Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de *A. anthelmia*.

<b>Constituintes</b>	<b><i>A. anthelmia</i></b>
Alcaloides	+
Taninos	+
Fenóis	+
Antocianinas e Antocianidinas	-
Flavonoides	+
Xantona	+
Catequinas	-
Esteróides	-
Triterpenóides	+
Saponinas	-
Resinas	-

(+) presença do metabólito (-) ausência do metabólito

A partir das análises realizadas no extrato metanólico de *A. anthelmia* foi constatada a presença de alcaloides, taninos, fenóis, flavonoides (flavonóis, flavanonas, flavanonóis e leucoantocianidinas), xantonas e triterpenóides (Tabela 4). Dahiru *et al.* (2022), Egua *et al.*

(2020) ao analisarem o extrato metanólico da casca de *Andira inermis*, encontraram as mesmas classes, além das saponinas.

Os alcaloides possuem função ecoquímica, eles funcionam como defesa química para plantas, por conterem uma ampla gama de efeitos fisiológicos em animais e pelas atividades antibióticas que muitos alcalóides possuem. Vários deles também são tóxicos para insetos ou funcionam como dissuasores de alimentação (Croteau *et al.*, 2000).

Foi possível constatar através das análises realizadas no presente trabalho a presença de triterpenóides pentacíclicos. Esse resultado assemelha-se aos encontrados por Silva (2006) e Almeida (2007), nos extratos de *A. anthelmia* e *A. fraxinifolia*. Ferreira (2013) constatou a presença de terpenos no extrato de *A. nítida*.

Os triterpenos pentacíclicos são estruturas com trinta átomos de carbono e cinco anéis, pertencentes ao grupo dos terpenos. Esses compostos possuem diversas atividades farmacológicas, relacionadas com os seus efeitos hepatoprotetores, antioxidante, anti-inflamatório e antitumoral (Nunes, 2013).

O extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia* mostrou-se rico em compostos fenólicos, como os taninos e flavonoides. Esses resultados corroboram com os dados encontrados na literatura em relação ao gênero *Andira*. Em estudos feitos com espécies desse gênero, foi possível isolar, estruturas de flavonoides do tipo flavanas e flavanóis (Silva, 2006). Ferreira (2013) identificou a predominância de metabólitos secundários de origem fenólica como os flavonoides no extrato de *Andira nítida*, o autor destacou a presença de taninos e flavonoides (flavonas, flaavanonas e flavenóis). Santos (2012) ao analisar o extrato de *Andira retusa* observou uma grande quantidade de substâncias fenólicas, sendo possível flavonol, flavona.

Os flavonoides são constituintes característicos do gênero *Andira*, essas substâncias são dotadas de capacidade antioxidante, uma vez que a sua estrutura química propicia essa ação devido a presença de hidroxilas fenólicas (Ferreira, 2013). Compostos fenólicos como os flavonoides e taninos tem ação redutora frente a radicais livres, sendo assim potências antioxidantas naturais (Macedo *et al.*, 2013).

### **6.2.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia***

A Tabela 5 apresenta os dados obtidos para a avaliação de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP, realizados no extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia*.

**Tabela 5** - Resultados de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia*.

Amostras	Teor de fenóis totais (mgEAG/g)	Teor aproximado de flavonoides totais (mgEQ/g)	FRAP (0,2mg/mL de extrato)
<i>A. anthelmia</i>	116,43 ± 2,71	24,14	4,81 ± 0,37

EAG= equivalentes de ácido gálico; EQ= equivalentes de quercetina

Através das análises, foi possível confirmar a presença de compostos fenólicos e flavonoides no extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia*, conforme evidenciado nos resultados obtidos por meio da técnica de FTIR (Figura 17) e na prospecção fitoquímica (Tabela 4).

O teor de fenóis totais quantificado no extrato metanólico de *A. anthelmia* foi de 116,43 ± 2,71mgEAG/g de extrato (Tabela 5). Dahiru *et al.* (2022), encontrou valor próximo no extrato metanólico da casca de *A. inermis* (119,77±2,64 mg EAG/g de extrato).

A quantificação do teor de flavonoides totais no extrato metanólico de *A. anthelmia* foi de 24,14 mgEQ/g de extrativo (Tabela 5). Rodrigues (2017) investigou o teor de flavonoides no extrato metanólico na casca de *A. nítida* e obteve um valor de  $88,10 \pm 1,46$  mg EQ/g de extrato, valor superior ao encontrado no presente trabalho. O mesmo autor ao realizar a análise no extrato aquoso obteve valor de 24,35 mg EQ/g.

Dado que o teor de extractivos na casca de vegetais é significativamente superior ao observado na madeira, isso impacta diretamente na concentração de compostos fenólicos e flavonoides presentes nesse material (Lamounier, 2010). Diante disso, é possível inferir que os resultados obtidos nesta pesquisa podem ser considerados elevados.

Os teores de substâncias fenólicas estão relacionados à capacidade antioxidante das amostras, pois, essas substâncias possuem em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas ligadas a ele. Sendo assim, sua estrutura química confere atividade redutora para esse grupo de substâncias, que podem atuar doando elétrons ou agindo no sequestro de radicais livres (antioxidantes) (Pires *et al.*, 2017).

Os flavonoides são substâncias fenólicas amplamente distribuídas nos vegetais, que se destacam por serem fontes de antioxidantes mais encontradas na natureza. Os antioxidantes atuam retardando o processo oxidativo. Esse processo acontece quando ocorre a produção excessiva de radicais de oxigênio durante processos patofisiológicos ou devido a fatores ambientais. Sendo assim, os antioxidantes atuam por um ou mais mecanismos, na redução da oxidação, podendo ser através da inibição de radicais livres ou complexação de metais (Huang *et al.*, 2005; Duarte-Almeida *et al.*, 2006; Pires *et al.*, 2017).

O extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia* apresentou capacidade antioxidante no valor de  $4,81 \pm 0,31$  mg/mL (Tabela 5). Para essa análise foi utilizado o método FRAP, em que na presença de um antioxidante em condições ácidas, o complexo férrico-tripiridiltriazina (FeIII-TPZ) é reduzido ao complexo ferroso (FeII-TPZ) (Sucupira *et al.*, 2012). Um antioxidante pode ser definido como uma substância que, em baixas concentrações, retarda ou previne a oxidação do substrato. Essas substâncias podem agir de diferentes formas protetivas em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos. Os compostos fenólicos tem sua ação oxidante pela interação com espécies de radicais livres (Moreira& Mancini-Filho, 2004; Maisuthisakul *et al.*, 2007).

A formação de radicais livres causa danos ao organismo e contribuem para o aparecimento de muitas doenças, tais como: inflamações, tumores malignos, mal de Alzheimer e doenças cardiovasculares, além de acelerarem o processo de envelhecimento (Sikora *et al.*, 2008). Sendo assim, a alta ingestão de produtos vegetais antioxidantes está associada com uma redução no risco desses males (Podsędek, 2007).

#### **6.2.4. Atividade antifúngica**

A Tabela 6 mostra a atividade antifúngica do extrato metanólico frente os fungos *S. schenkii* (INCQS 40286), *S. brasilienses* (INCQS 40360) e *C. albicans* (ATCC 90028) utilizando o método da Concentração Inibitória Mínima.

**Tabela 6** - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato da madeira de *A. anthelmia* sobre os fungos de *Sporothrix schenkii* (INCQS 40286), *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028)

<b>Tratamento</b>	<b>Tipo de extrato</b>	<b>Concentração inibitória (mg/mL)</b>		
		<i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286)	<i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360)	<i>Candida albicans</i> (ATCC 90028)
Itraconazol	Controle	-	0,016	-
Anfoterina B	Controle	0,08	0,04	0,04

Extrato da madeira de <i>A. anthelmia</i>	Metanol	3,75	1,88	1,88
(-) não houve inibição do fungo				

Ao analisar o extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia* foi possível observar que ocorreu atividade antifúngica sobre os três fungos analisados. Ocorreu a inibição de *S. schenckii* na concentração mínima de 3,75 mg/mL (Tabela 6). O extrato teve sua melhor ação frente a *S. brasilienses* e *C. albicans*, no qual foi preciso uma concentração de 1,88 mg/mL (Tabela 6) para inibição, concentração essa menor quando comparada aos outros fungos analisados.

O antifúngico sintético Itraconazol não inibiu o *S. schenckii* e *C. albicans*, sendo eficiente apenas frente *S. brasilienses*. A Anfotericina B foi mais eficiente na inibição das três leveduras (Tabela 6). Ao comparar os antifúngicos sintéticos empregados rotineiramente no controle desses fungos ao extrato vegetal, esse apresenta uma baixa atividade antifúngica, pois são usadas concentrações mais altas para ocorrer a inibição. No entanto, deve-se considerar que o extrato vegetal é geralmente uma mistura complexa de substâncias, podendo muitas delas estar presentes em baixas concentrações ou agirem sinergicamente, ou mesmo antagonicamente (Cunha, 2016). Dessa forma, o extrato da madeira de *A. anthelmia* pode ser considerado potencialmente antifúngica.

Rodrigues (2010), ao avaliar a atividade antifúngica de extratos de *Andira surinamensis* frente a cepas de fungos filamentosos e leveduras pode constatar a ação inibitória da espécie é superior quando comparada com a de *A. anthelmia*. O extrato da madeira utilizando acetato de etila foi capaz de inibir as cepas de: *Microsporum gypseum* com CIM de 0,016mg/mL, *Microsporum canis* com CIM de 0,125 mg/mL, *Candida parapsilosis* com CIM de 0,062, *Candida glabrata* com CIM de 0,125 mg/mL, *Candida krusei* com CIM de 0,031 mg/mL. O extrato metanólico da madeira inibiu somente a cepa de *C. krusei* na CIM de 0,062 mg/mL. Apenas o extrato metanólico da casca de *A. surinamensis* foi capaz de inibir as cepas de *C. albicans* na CIM de 0,062 mg/mL.

Santos (2012), reportou a atividade antimicrobiana do extrato metanólico da folha e casca de *A. retusa* frente cepas de bactérias. O extrato metanólico da casca da espécie apresentou CIM de 1 mg/mL frente *Staphylococcus aureus*. Já, o extrato metanólico das folhas inibiu as bactérias *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Pseudomonas aeruginosa* na CIM de 1 mg/mL.

Rodrigues (2010) isolou compostos das frações ativas de *A. surinamensis*, constatando a presença de isoflavonoides, e ao testa-los contra cepas de fungos foi demonstrado o potencial antifúngico principalmente nas leveduras *C. albicans*, *C. glabrata* e *C. parapsilosis*. Em análises anteriores pode-se constatar a presença de flavonoides na composição do extrato metanólico da madeira de *A. anthelmia* através das análises de prospecção fitoquímica (Tabela 4) e flavonoides totais (Tabela 5). Sendo assim pode-se sugerir que a atividade antifúngica do extrato estudado pode estar relacionada a presença de flavonoides em sua composição.

### 6.3.*M. tenuiflora*

#### 6.4. Extrativos da madeira de *M. tenuiflora* (Jurema preta)

##### 6.4.1. Teores de extractos e FTIR

A partir das extrações realizadas com a madeira de *M. tenuiflora* foram encontrados os teores de extractos descritos na Tabela 7 para cada solvente utilizado no procedimento.

**Tabela 7-** Teores de extractivos obtidos da madeira de *M. tenuiflora* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol.

<b>Solventes</b>			
Cicloexano (%)	Acetato de etila (%)	Metanol (%)	Total (%)
0,149	2,890	6,974	10,013

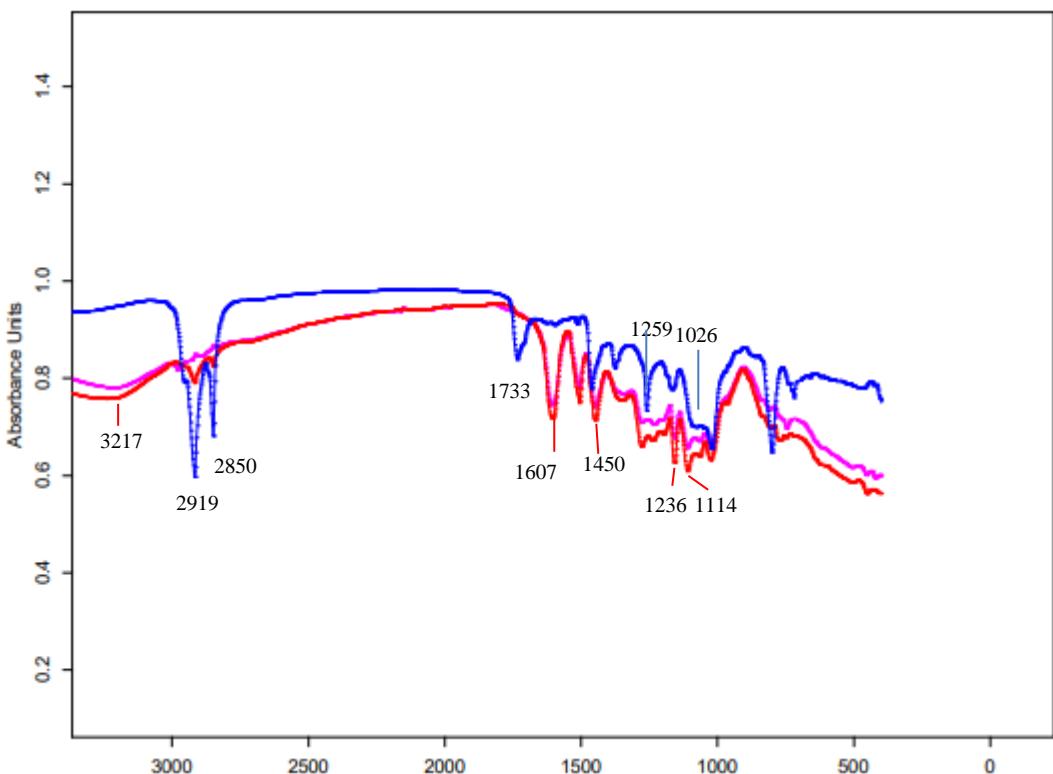
A extração sucessiva da madeira de *M. tenuiflora* com diferentes solventes obteve diferentes rendimentos, variando de 0,149 a 6,974 %. O metanol (6,974) foi o solvente que obteve maior rendimento na extração. Crepaldi *et al.* (2022), ao realizar extrações com diferentes solventes em *M. tenuiflora* observou que o metanol obteve maior eficiência na extração de metabólitos secundários, possuindo maiores teores de fenóis e taninos em seu extrato.

A partir das análises realizadas foi determinado o teor de extractivos totais (10,013%) (Tabela 7), o valor obtido encontra-se em conformidade com dados apresentados na literatura consultada. O teor foi superior em relação ao registrado por Brito *et al.* (2014), que reportaram 8,77%, e por Paes *et al.* (2013), com um teor de 9,96%. Entretanto, é inferior ao valor indicado por Oliveira (2003), que obteve 10,69%, e por Batista (2020), cujo teor registrado foi de 14,62%.

Os extractivos compõem uma pequena fração da madeira, mas apesar disso possuem uma grande quantidade de compostos químicos, variando de acordo com a espécie. A extração dos compostos indicados é realizada mediante o uso de solventes neutros ou suas misturas. Os principais solventes utilizados são: água, éter, acetona, benzeno, etanol, diclorometano, metanol ou misturas desses (Klock; Andrade, 2013; Silveira, 2018).

Solventes de alta polaridade como o metanol tem maior eficiência na extração de substâncias fenólicas já solventes de baixa polaridade são mais eficientes na extração de ácidos graxos como óleos, gorduras e esteróis (Vizzotto e Pereira, 2011; Klock; Andrade, 2013).

As extrações com diferentes solventes afetam diretamente nos rendimentos e composição de metabólitos presentes nos extractivos, devido à natureza e polaridade do solvente. Para garantir a eficácia do processo de extração, é fundamental que os solventes apresentem polaridade semelhante à do soluto. Nesse sentido, os solventes apolares têm capacidade de extração de compostos de natureza apolar, enquanto os solventes com polaridades intermediárias são eficazes na extração de compostos de polaridade intermediária. Por outro lado, solventes altamente polares são eficazes na extração de produtos altamente polares. Este método fundamenta-se na correspondência de polaridades entre solvente e solução para melhorar a eficiência da retirada dos produtos desejados (Silveira, 2018). Sendo assim é esperado obter diferenças qualitativas e quantitativas nos diferentes extratos (Oliveira *et al.*, 2016). Esse fato pode ser observado em nossos resultados em que obtivemos diferenças nas concentrações (Tabela 7) e composição (Figura 18) dos extratos.



**Figura 18** - Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de *M. tenuiflora* cicloexano (azul), acetato de etila (rosa) e metanol (vermelho).

A figura 18 mostra espectros no infravermelho dos extratos de *M. tenuiflora* utilizando diferentes solventes. Ao analisar o espectro obtido pelo solvente cicloexano pode-se observar o pico de absorção em 2919 e 2850 cm<sup>-1</sup> que se referem à vibração  $\nu(\text{C-H})$ , que são comuns em várias classes de compostos alifáticos como ácidos e ésteres graxos, álcoois de cadeia longa e esteroides. A banda de absorção em 1733 cm<sup>-1</sup> é função do estiramento da ligação C=O de éster. O pico 1259 cm<sup>-1</sup> está relacionado à vibração  $\nu(\text{C-O})$  de álcoois, ácidos carboxílicos, ésteres e éteres. A banda observada em 1026 cm<sup>-1</sup> se refere à torção  $\delta(\text{C-O-C})$  em grupos de éter. (Silvério, 2008; Mansur, Hanafiah & Ismail, 2015; Maitera e Chukkol, 2016; Mittal, Mattu e Kaur, 2016). A identificação desses picos sugerem a presença de graxas e ceras no extrato cicloexânico. As graxas são definidas como ésteres de ácidos carboxílicos de cadeias longas (ácidos graxos) com glicerol, enquanto as ceras são ésteres de ácidos graxos com álcoois de alta massa molecular. Por serem compostos com cadeias carbônicas longas possuem de natureza apolar, sendo assim insolúveis em água e solúveis em solventes apolares (Sjöström, 1993; Martins, Lopes e Andrade, 2013).

O espectro obtido do extrato utilizando o solvente acetato de etila e o solvente metanol apresentaram regiões de absorção semelhantes, porém com diferenças na forma e intensidade em que foram registrados (Figura 18). O pico de absorção de aproximadamente 3217cm<sup>-1</sup> corresponde a grupos OH, os quais são atribuídos a grupos fenólicos ou a hidrogênios de moléculas de água ligados esses grupos. A banda observada em aproximadamente 1607cm<sup>-1</sup> a 1450cm<sup>-1</sup> pode ser atribuída ao a vibração  $\nu(\text{C=C})$  de anéis aromáticos dos compostos químicos presentes nos extratos vegetais, como os compostos fenólicos. O pico encontrado em aproximadamente 1236cm<sup>-1</sup> está relacionado a vibração  $\nu(\text{C-O})$  em flavonóides. A banda observada em aproximadamente 1114cm<sup>-1</sup> corresponde a vibração  $\nu(\text{C-O})$  encontradas em taninos (Bustos, 2012; Oliveira *et al.*, 2016; Malacarne *et al.*, 2017; Silva, 2021).

Diante dos resultados obtidos nas análises anteriores o metanol foi o solvente com maior eficiência na retirada de substâncias fenólicas, como os taninos e flavonoides. Sendo essas substâncias objeto de interesse dessa pesquisa, o extrato metanólico foi o selecionado para as avaliações a seguir, prospecção fitoquímica, teor de fenóis totais, teor de flavonoides e capacidade antioxidante por FRAP.

#### **6.4.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora***

A Tabela 8 apresenta os metabólitos secundários encontrados após a análise de prospecção fitoquímica no extrato da madeira de *M. tenuiflora* obtido com solvente metanol.

**Tabela 8** - Resultados da prospecção fitoquímica em extrato metanólico obtido da madeira de *M. tenuiflora*.

<b>Constituintes</b>	<b><i>M. tenuiflora</i></b>
Alcaloides	+
Taninos	+
Fenóis	+
Antocianinas e Antocianidinas	-
Flavonoides	+
Xantonas	+
Esteróides	-
Triterpenóides	+
Saponinas	+
Resinas	-

(+) presença do metabólito (-) ausência do metabólito

A partir da prospecção fitoquímica realizada com o extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora* obteve-se resultado positivo para alcaloides, taninos condensáveis, fenóis, flavonoides (flavanonóis, flavonas, flavonóis, flavanonas, flavanonois, leucoantocianidinas) xantonas, triterpenóides e saponinas (Tabela 8). Em estudo realizado com a casca, folha e cerne da *M. tenuiflora*, também foi possível detectar a presença de taninos, xantonas, flavonóis, flavanonas, flavanonóis, leucoantocianidinas, terpenos, saponinas e alcaloides. O extrato contendo esses metabólitos foi submetido a avaliações antimicrobianas *in vitro*, tendo resultados positivos, confirmando o potencial terapêutico da *M. tenuiflora* (Bezerra *et al.*, 2011).

A triagem fitoquímica realizada se mostrou positiva para alcaloides, triterpenóides pentaciclicos e saponinas (Tabela 8). Silva (2012), também relatou alcaloides e saponinas, além de compostos fenólicos no extrato etanólico bruto de *M. Tenuiflora*. Bezerra (2008) identificou a presença de triterpenóide pentaciclico livre no extrato etanólico da casca, folha e cerne da espécie.

Os alcaloides são substâncias de grande importância farmacológica. São definidos como compostos orgânicos cíclicos contendo nitrogênio em um estado de oxidação negativo e de distribuição limitada entre os seres vivos. É estimado que esta classe abrange mais de 4000 compostos, que correspondem a cerca de 15% a 20% dos produtos naturais conhecidos (Verpoort, 1986; Polletier, 2001). Esta classe de metabólitos na espécie *M. tenuiflora* é notável, uma vez que é empregada na produção do vinho de jurema, utilizada em cerimônias religiosas por comunidades indígenas. Este vinho é reconhecido pelos seus efeitos alucinogênicos, atribuídos à presença do alcaloide dimetiltriptamina (DMT) (Almeida *et al.*, 2018).

Os triterpenos pentacíclicos, são terpenos que apresentam 30 átomos de carbonos. Esses compostos são de grande interesse por terem diversas atividades biológicas, servindo em pesquisa de novos fármacos. No reino vegetal essa classe de substâncias defende muitas espécies de plantas contra herbívoros, patógenos e competidores (Silva *et al.*, 2014).

De acordo com os procedimentos realizados, foi possível identificar a presença de taninos condensados (Tabela 8). Esse metabólito foi identificado por Moraes (2019), ao estudar a extração de taninos na *M. tenuiflora*. Os taninos encontrados na espécie demonstram uma promissora atividade antibacteriana (Silva, 2012).

Os taninos desempenham papel significativo na natureza, destacando-se pela capacidade biológica de controle de insetos, fungos e bactérias. Isso ocorre devido à sua habilidade de formar complexos com proteínas (Paes *et al.*, 2010).

Ribeiro & Souza Neta (2017), em estudo feito com o extrato metanólico de *M. tenuiflora* conseguiram isolar e identificar a flavanona 4',5-dihidróxi-7-metóxiflavanona, segundo os autores esse composto apresenta uma boa atividade antimicrobiana. Brás (2017), constatou os flavonoides dos tipos flavanona e flvavona, o autor isolou a flavanona 4',5-dihidróxi-7-metóxiflavanona e a flavona 4'-5-dihidroxi-3,3',7-trimetoxiflavona, do extrato da espécie.

O estudo fitoquímico o do extrato de *M. tenuiflora* possibilitou a detecção de saponinas (Tabela 8). Oliveira (2011) ao estudar a *M. tenuiflora* identificou saponinas, taninos e flavonoides, fato esse que pôde contribuir para a atividade antimicrobiana e cicatrizante da espécie.

As saponinas são triterpenos encontrados nas plantas, que possuem a propriedade de formar espuma em soluções aquosas. Essas substâncias apresentam atividade moluscicida, anti-inflamatória, antifúngica, antibacteriana, antiparasitária, citotóxica/antitumoral e antiviral (Vizzoto, 2010; Wykowski, 2012).

Os flavonóides identificados em *M. tenuiflora* (Tabela 8) se destacam por apresentarem atividades farmacológicas comprovadas ou potencial atividade farmacológica (antimicrobiana, antiparasitária, antioxidante, antitumoral e anti-inflamatória) (Brás, 2017).

#### **6.4.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora***

A Tabela 9 apresenta os dados obtidos para a avaliação de fenóis totais, flavonoides totais e a capacidade antioxidativa realizados no extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora*.

**Tabela 9** - Resultados para a avaliação de fenóis totais e flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora*.

Amostras	Teor de fenóis totais (mgEAG/g)	Teor aproximado de flavonoides totais (mgEQ/g)	FRAP (0,2mg/mL de extrato)
<i>M. tenuiflora</i>	181,31 ± 5,13	16,98	6,83 ± 0,92

EAG= equivalentes de ácido gálico; EQ= equivalentes de quercetina

Os valores encontrados para o extrato obtido com o solvente metanol indicam que o extrato apresenta boa quantidade de compostos fenólicos e flavonoides. Os fenóis totais quantificados no extrato metanólico de *M. tenuiflora* resultaram em 181,31 ± 5,13 mg EAG/g de extrato. Em análise realizada com extrato aquoso da entrecasca de *M. tenuiflora* foi encontrado valor próximo (184,65 ± 0,39 mg EAG/g de extrato) ao quantificado no presente trabalho (Rodrigues, 2017).

A quantificação dos flavonoides totais no extrato metanólico de *M. tenuiflora* foi de 16,98 mgEQ/g de extrativo, esse valor foi superior ao reportado na literatura, isso indica que o extrato metanólico da madeira tem uma boa quantidade de flavonoides para a espécie.

A quantificação dos flavonoides totais no extrato metanólico de *M. tenuiflora* revelou uma concentração de 16,98 mgEQ/g de extrativo, superando os valores previamente relatados na literatura. Este resultado sugere que o extrato metanólico da madeira possui uma quantidade substancial de flavonoides para a espécie em questão. Rodrigues (2017) investigou o teor de flavonoides de *M. tenuiflora* e obteve um valor de  $1,64 \pm 0,26$  mg EQ/g de extrato da entrecasca, Silva *et al.* (2021) ao estudar o extrato etanólico da casca da espécie encontrou o valor de 5,49 mgEQ/g, esses valores são inferiores ao encontrado no presente trabalho. Contudo, Neves (2015) ao analisar o extrato de *M. tenuiflora* encontrou valor 13,86 mgEQ/g, sendo esse valor próximo ao encontrado na presente análise.

Mediante as análises realizadas, foi corroborada a detecção de compostos fenólicos e flavonóides no extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora*, conforme indicado nos resultados obtidos através da técnica de FTIR (Figura 18) e na avaliação fitoquímica (Tabela 8).

Os fenóis em sua maioria são encontrados sob a forma de ésteres ou de heterosídeos. Essa classe de compostos apresenta uma grande diversidade e se divide em ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e estilbenos. Dentre as principais propriedades biológicas dos compostos fenólicos, a atividade antioxidante é enfatizada, sugerindo que estes neutralizam diretamente reações oxidativas (Zayachkivska *et al.*, 2005; Simões *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2010).

Os flavonoides se destacam como potentes antioxidantes naturais, eles atuam na diminuição de espécies reativas de oxigênio, resultando na diminuição de radicais livres no organismo, sendo assim benéficos à saúde humana (Morais *et al.*, 2022).

Foi verificado que o extrato metanólico apresenta uma capacidade antioxidante com um valor de  $6,83 \pm 0,92$  mg/mL, conforme determinado pelo método FRAP. Os antioxidantes são substâncias capazes de retardar as reações de degradação oxidativa, ou seja, reduzem a velocidade da oxidação por um ou mais mecanismos, como inibição de radicais livres e complexação de metais. Os compostos fenólicos são substâncias antioxidantes naturais, que são capazes de interagir com espécies radicais livre. Dentro dessa categoria, os flavonoides que constituem a maior classe de fenólicos vegetais, se destacam-se pelo seu notável potencial antioxidante (Ferreira; Santos, 2008; Pereira; Cardoso, 2012; Neplame, 2017).

#### 6.4.4. Atividade antifúngica

A Tabela 10 mostra a atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora* aos fungos *Sporothrix schenckii* (INCQS 40286) e *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028) utilizando o método da Concentração Inibitória Mínima.

**Tabela 10** - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato da madeira de *M. tenuiflora* sobre os fungos de *Sporothrix schenckii* (INCQS 40286), *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028)

Tratamento	Tipo de extrato	Concentração inibitória (mg/mL)		
		<i>Sporothrix schenckii</i> (INCQS 40286)	<i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360)	<i>Candida albicans</i> (ATCC 90028)
Itraconazol	Controle	0,016	-	-
Anfoterina B	Controle	0,004	0,008	0,004
Extrato da madeira de <i>M. tenuiflora</i>	Metanol	0,94	1,88	1,88

(-) não houve inibição do fungo

A partir da avaliação do extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora* foi possível constatar ao potencial antifúngico frente as três leveduras analisadas. Ocorreu a inibição de *S. brasilienses* e *C. albicans* na CIM de 1,88 mg/mL (Tabela 10). O extrato teve sua melhor ação frente ao *S. schenckii*, no qual foi preciso uma CIM de 0,94 mg/mL (Tabela 10), sendo essa concentração inferior a observada sobre os outros fungos analisados.

O antifúngico sintético Itraconazol não inibiu o *S. brasilienses* e *C. albicans*, sendo eficiente apenas frente *S. schenckii*. A Anfotericina B foi mais eficiente na inibição das três leveduras (Tabela 10). O extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora* quando comparado ao antifúngico Itraconazol apresenta uma boa eficiência, pois, foi capaz de inibir os fungos que apresentaram resistência ao fármaco. Quando comparado a Anfotericina empregada rotineiramente no controle desses fungos, o extrato vegetal apresenta uma baixa atividade antifúngica, pois são usadas concentrações mais altas para ocorrer a inibição. No entanto, deve-se considerar que os extratos vegetais são uma mistura complexa de substâncias que se originam do metabolismo das plantas (Mikhailov; Mikhailova, 2019). Sendo assim a ação inibidora pode estar associada a uma substância ou suas combinações, além de poder ocorrer reações antagonistas entre elas, limitando a ação da substância inibidora. Portanto, deve-se considerar o extrato da madeira de *M. tenuiflora* potencialmente antifúngico.

Outros autores também constataram o potencial antifúngico de *M. tenuiflora*. Borges *et al.* (2017), ao analisar o extrato aquoso da casca de *M. tenuiflora* sobre os fungos *Curvularia inaequalis* e *Colletotrichum gloeosporioides*, constatou a inibição total do fungo *C. gloeosporioides* a partir da concentração de 4mg/mL. Liberato (2019), testou o extrato obtido da casca de *M. tenuiflora* sobre cepas de *Candida* spp e reportou os seguintes resultados: o extrato inibiu a cepa de *C. fumata* em todas as concentrações testadas. As cepas de *C. tropicalis* e *C. metapsilosis* foram inibidas apenas na concentração de 100mg/mL. A cepa de *C. albicans* foi inibida na CIM de 25mg/mL, valor esse superior ao observado no presente trabalho. A cepa de *C. parapsilosis*, foi inibida na CIM de 50mg/mL.

Araújo (2018), testou o extrato pirolenhoso de *M. tenuiflora* frente os fungos *Candida albicans* e *Cryptococcus neoformans*, além de cepas bacterianas obtendo resultados positivos, constatando o potencial da espécie como um antimicrobiano.

Bezerra (2008), testou o extrato etanólico do cerne de *M. tenuiflora* frente a cepas de diferentes bactérias, obtendo resultados satisfatórios. O extrato inibiu a cepas bacterianas de *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *S. aureus* e *Aeromonas caviae* na CIM de 5mg/mL, ao comparar com o extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora* contendo cerne e alburno, podemos concluir que ela possui uma alta atividade antimicrobiana.

A atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *M. tenuiflora*, pode ser atribuída à presença de flavonoides em sua composição como visto nas análises de prospecção fitoquímica (Tabela 9) e flavonoides totais (Tabela 10). Segundo Borges *et al.* (2017) os flavonoides isolados no extrato de *M. tenuiflora* tem seu mecanismo de inibição fungica, na ação sobre a parede celular, degradando a e/ou impedindo a sua síntese e, em consequência, aumentando a vulnerabilidade dos protoplastos que, sem a proteção da parede celular, ficam mais expostas as condições adversas do ambiente, aumentando a permeabilidade da membrana com a perda da seletividade, levando-as ao estouro, lise celular.

## **6.5.*Z. joazeiro***

### **6.6.Extrativos da madeira de *Z. joazeiro* (Juazeiro)**

#### **6.6.1. Teores de extractivos e FTIR**

A partir das extrações realizadas com a madeira de *Z. joazeiro* foram encontrados os teores de extractivos descritos na Tabela 11 para cada solvente utilizado na no procedimento.

**Tabela 11-** Teores de extractivos obtidos da madeira de *Z. joazeiro* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol.

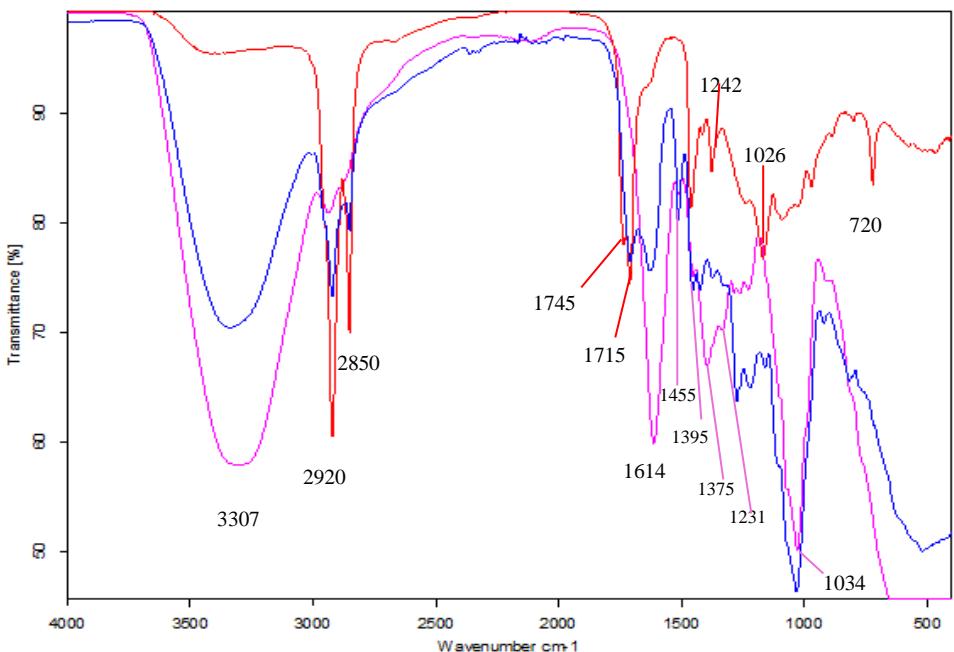
<b>Solventes</b>			
Cicloexano (%)	Acetato de etila (%)	Metanol (%)	Total (%)
0,238	0,437	2,477	3,152

A extração sucessiva da madeira de *Z. joazeiro* com diferentes solventes obteve diferentes rendimentos, variando de 0,238 a 2,477% (Tabela 11) Ao determinar o teor de extractivos totais da madeira de *Z. joazeiro* constatou-se um rendimento de 3,152%. Esse valor foi abaixo do encontrado por Silva *et al.* (2021), ao analisar a casca de *Z. joazeiro* (8,05%). Essa diferença pode ser explicada, pois, a casca produz uma maior quantidade de extractivos quando comparada com a madeira (Feng *et al.*, 2013; Sartori *et al.*, 2016).

O metanol (2,477%) foi o solvente que obteve maior rendimento na extração. O metanol é considerado um dos solventes mais eficientes na extração de compostos fenólicos. Sendo responsável principalmente pela retirada de pigmentos coloridos, taninos, estilbenos e flavonoides (Simões, 2010; Klock; Andrade, 2013).

De acordo com Oliveira *et al.* (2022), o metanol apresenta um maior rendimento na extração de metabólitos secundários, como também retira uma maior variedade de constituintes em comparação ao acetato de etila e cicloexano. O cicloexano que é um solvente apolar apresenta um menor rendimento na extração quando comparado a solventes com polaridades superiores. Sendo assim, a polaridade do solvente demonstra ser um fator de grande importância no processo de extração de compostos vegetais, devido às diferenças no rendimento e seletividade entre solventes mais polares e apolares. Essas diferenças quantitativas e qualitativas foram observadas em nossos resultados, em que se obteve diferenças na concentração (Tabela 11) e composição (Figura 19) dos extratos.

A Figura 19 exibe o espectro no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de *Z. joazeiro* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol.



**Figura 19** - Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de *Z. joazeiro* utilizando os solventes cicloexano (vermelho), acetato de etila (azul) e metanol (rosa).

Ao analisar o espectro obtido pelo solvente cicloexano (Figura 19) pode-se observar o pico de absorção em 2920 e 2850 cm<sup>-1</sup> que se referem à vibração  $\nu(\text{C-H})$ , que são comuns em várias classes de compostos alifáticos como ácidos e ésteres graxos, álcoois de cadeia longa e esteroides. A absorção em 1745 cm<sup>-1</sup> é função do estiramento da ligação C=O de éster. O pico absorvido em 1715 cm<sup>-1</sup>(C=O) associada à banda de 2850cm<sup>-1</sup> a 2921cm<sup>-1</sup>  $\nu(\text{C-H})$ , indica a presença de ácido carboxílico. O pico 1242cm<sup>-1</sup>está relacionado à vibração  $\nu(\text{C-O})$  de álcoois, ácidos carboxílicos, ésteres e éteres. A banda observada em 1026 cm<sup>-1</sup>se refere à torção  $\delta(\text{C-O-C})$  em grupos de éter. A banda de absorção de 720cm<sup>-1</sup> é referente a deformação angular de grupo [CH<sub>2</sub>]<sub>n</sub> (em que n>4), que indica a presença de compostos com cadeia alifática longa (Silvério, 2008; Mansur, Hanafiah e Ismail, 2015; Maitera e Chukkol, 2016; Mittal, Mattu e Kaur, 2016).

A partir dos resultados observados no extrato cicloexânico da madeira de *Z. joazeiro* sugerem-se a presença de óleos, gorduras, graxas e ceras. Essas substâncias são insolúveis em água, formadas por ésteres, ricos em ácidos carboxílicos, ácidos graxos e alcools de alta massa molecular. Por apresentar caráter apolar essas classes são extraídas em solventes apolares como o cicloexano (Londe, 2004; Araujo, 2008). Os picos encontrados no extrato cicloexânico, não foram encontrados nos demais extratos.

Os espectros obtidos dos extratos utilizando os solventes acetato de etila e metanol (Figura 19) apresentaram regiões de absorção semelhantes, porém com diferenças na forma e intensidade em que foram registrados. O pico de absorção de aproximadamente 3307cm<sup>-1</sup>corresponde a grupos OH, os quais são atribuídos a grupos fenólicos ou a hidrogênios de moléculas de água ligados esses grupos. As bandas observadas em aproximadamente 1614 cm<sup>-1</sup> a 1455 cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídas à vibração  $\nu(\text{C=C})$  de anéis aromáticos dos compostos químicos presentes nos extratos vegetais, como os compostos fenólicos. O pico encontrado em aproximadamente 1395 cm<sup>-1</sup> é relacionado à flexão HO, sendo esse grupo funcional encontrado em fenóis e flavonoides. A banda de absorção encontrada em aproximadamente 1339 cm<sup>-1</sup> é referente à (C-N) amina aromática que pode estar relacionada aos alcaloides. O pico de absorção em 1375 cm<sup>-1</sup> se refere a  $\nu(\text{C-O})$  encontrado em taninos e a deformação OH encontrado em anel

aromático. O pico encontrado em aproximadamente 1231cm<sup>-1</sup> está relacionado a vibração ν(C-O) em flavonoides. A banda observada em aproximadamente 1034 cm<sup>-1</sup> corresponde ao estiramento C-O-C da ligação glicosídica do oligossacarídeo encontrado nas saponinas (Bustos, 2012; Oliveira *et al.*, 2016; Bajad e Pardeshi, 2016; Malacarne *et al.*, 2017; Abubaker *et al.*, 2021; Silva, 2021) (Figura 14).

Esses picos tiveram maior intensidade no extrato metanólico, indicando que o extrato é rico em diversas substâncias, sendo destacada a presença de fenóis, flavonoides, taninos, alcaloides e saponinas. O metanol é utilizado na extração de substâncias polares, esse solvente tem grande eficiência na extração de compostos fenólicos e flavonoides (Sanvido, 2015). Sendo assim, o extrato obtido com esse solvente foi selecionado para as análises de fitoquímica, teor de fenóis totais, teor de flavonóides totais e capacidade antioxidante por FRAP.

#### **6.6.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro***

Tabela 12 apresenta os metabólitos secundários encontrados após a análise de prospecção fitoquímica no extrato da madeira de *Z. joazeiro* obtido com solvente metanol.

**Tabela 12** – Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de *Z. joazeiro*

Constituintes	<i>Z. joazeiro</i>
Alcaloides	+
Taninos	+
Fenóis	+
Antocianinas e Antocianidinas	-
Flavonoides	+
Xantonas	+
Esteróides	-
Triterpenóides	+
Saponinas	+
Resinas	-

(+) presença do metabólito (-) ausência do metabólito

A partir da prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* observou-se a presença de alcaloides, taninos, fenóis, flavonoides (flavanonóis, flavonóis, flavonas, flavanonas, flavanóis e cetequinas) xantonas, triterpenoides e saponinas (Tabela 12). Esse resultado assemelha-se com o reportado por Nascimento (2017) estudando a espécie foi possível encontrar taninos, flavonoides, triterpenoides alcaloides, e saponinas na espécie

Os alcaloides são os principais compostos nitrogenados encontrados em aproximadamente 20% das espécies de plantas vasculares, mais frequentes em dicotiledôneas herbáceas e em poucas monocotiledôneas e gimnospermas, estão entre as principais substâncias extraídas das plantas, sendo umas das classes mais pesquisadas do ponto de vista químico e biológico, devido ao seu potencial antitumoral (Brandão *et al.*, 2010; Pagare *et al.*, 2015).

Melo *et al.* (2012) ao avaliar os extratos de diferentes partes da planta de *Z. joazeiro*, detectou a presença de alcaloides nas folhas e frutos maduros; saponinas e triterpenoides na casca, folhas e frutos maduros; flavonoides nos frutos maduros e verdes; e por fim taninos nas folhas e frutos verdes.

Os flavonoides são compostos fenólicos que se destacam pelo seu vasto potencial terapêutico como atividade antimicrobiana, antifúngica, neuroprotetora, cardioprotetora, anti-inflamatória e antioxidante (Moraes *et al.*, 2022). Os taninos também são compostos fenólicos

que apresentam diferentes efeitos farmacológicos, como antioxidante e antimicrobiano, e efeito cicatrizante (Monteiro *et al.*, 2005).

Em avaliação fitoquímica feita com a folha de *Z. joazeiro* foi detectada a presença de flavonoides, saponinas, triterpenoides e, nesse mesmo estudo o *Z. joazeiro* demonstrou boa atividade imunomoduladora in vitro ao inibir a proliferação de linfócitos ativados ao diminuir a produção de óxido nítrico. Essa atividade foi associada à presença de flavonoides e outros compostos bioativos presentes no extrato da planta (Matos, 2010).

Os triterpenóides apresentam propriedades farmacológicas diversas, como anti-inflamatórias, hepatoprotetoras, analgésicas, antibióticas, antimicóticas, imunomoduladoras e virostáticas (Nunes, 2013).

Souza Neto (2016) ao avaliar o extrato hidroetanólico de *Z. joazeiro* pode contatar seu potencial antifúngico. A ação antifúngica do extrato foi relacionada a presença de saponinas nas folhas da espécie. A partir dos resultados encontrados o autor recomendou o uso da espécie no tratamento de micoses superficiais. As principais ações das saponinas encontradas nas literaturas científicas são: hemolitica, moluscicida, antiinflamatoria, antifungica/antilevedura, antibacteriana/antimicrobiana, antiparasitica, citotóxica/antitumoral e atividade antiviral (Wykowski, 2012).

### **6.6.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidant pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro***

A Tabela 13 apresenta os dados obtidos para a avaliação de fenóis totais, flavonoides totais e a capacidade antioxidativa realizados no extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro*.

**Tabela 13 - Resultados para a avaliação de fenólicos totais, flavonoides totais e capacidade antioxidant pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro***

Amostras	Teor de fenóis totais (mgEAG/g)	Teor aproximado de flavonoides totais (mgEQ/g)	FRAP (0,2mg/mL de extrato)
<i>Z. joazeiro</i>	63,69 ± 0,81	14,62	13,16 ±3,48

EAG= equivalentes de ácido gálico; EQ= equivalentes de quercetina

A quantificação dos fenóis totais no extrato metanólico de *Z. joazeiro* revelou uma concentração de  $63,69 \pm 0,81$  mgEAG/g de extrato, superando os valores previamente documentados na literatura. Guimarães (2018), investigou o extrato aquoso de amostras de folhas de *Z. joazeiro* em diferentes granulometrias e encontrou teores de fenólicos totais variando entre 17,74 e 27,49 mgEAG. Portanto, o extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* demonstra uma notável quantidade de fenóis para essa espécie.

O teor de flavonoides totais no extrato metanólico de *Z. joazeiro* foi na concentração de 14,62 mgEQ/g de extrato. Em sua pesquisa sobre o teor de flavonoides nos extratos metanólicos das folhas de *Z. joazeiro* com diferentes granulometrias, Guimarães (2018) registrou valores variando de 6,80 a 11,41 mgEQ/g. Dessa forma, destaca-se que o extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* apresentou um valor superior aos dados reportados na literatura, indicando uma quantidade considerável de flavonoides para a espécie.

A partir das análises conduzidas, a presença de compostos fenólicos e flavonoides no extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* foi confirmada. Essa detecção foi respaldada pelos resultados obtidos por meio da técnica de FTIR (Figura 19) e na avaliação fitoquímica (Tabela 12).

Os flavonoides, caracterizados por sua estrutura fenólica variável, despertam considerável interesse científico e terapêutico. Além de desempenharem um papel crucial na pigmentação de frutos e flores, essas substâncias desempenham funções essenciais na regulação do crescimento vegetal e na proteção da planta contra agentes oxidativos (Rodrigues da Silva *et al.*, 2015).

Os compostos fenólicos, reconhecidos como potentes agentes antioxidantes, desempenham um papel fundamental na capacidade antioxidant dos vegetais. O extrato metanólico de *Z. joazeiro* revelou possuir capacidade antioxidant, registrando o valor de  $13,16 \pm 3,48$  mg/mL, conforme avaliado pelo método FRAP. A ação antioxidant ocorre por meio da habilidade do antioxidant em estabilizar a ação dos radicais livres. Esses compostos desempenham um papel crucial como redutores de oxigênio singlete e estão envolvidos em reações de oxidação lipídica, além de atuar na quelatação de metais (Duarte-Almeida *et al.*, 2006; Soethe, Steffens e Vidal, 2016).

#### **6.6.4. Atividade antifúngica**

A Tabela 14 mostra a atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* sobre os fungos de *Sporothrix schenkii* (INCQS 40286), *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028) utilizando o método da Concentração Inibitória Mínima (CIM).

**Tabela 14** - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* sobre os fungos de *Sporothrix schenkii* (INCQS 40286), *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028)

<b>Tratamento</b>	<b>Tipo de extrato</b>	<b>Concentração inibitória (mg/mL)</b>		
		<i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286)	<i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360)	<i>Candida albicans</i> (ATCC 90028)
Itraconazol	Controle	0,016	-	-
Anfotericina B	Controle	0,004	0,008	0,004
Extrato da madeira de <i>Z. joazeiro</i>	Metanol	1,88	3,75	3,75

(-) não houve inibição do fungo

De acordo com as análises realizadas com o extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* foi possível constatar ao potencial antifúngico frente as três leveduras selecionadas. Ocorreu a inibição de *S. brasilienses* e *C. albicans* na CIM de 3,75 mg/mL (Tabela 14). O extrato teve sua melhor ação frente ao *S. schenkii*, no qual foi preciso uma CIM de 1,88 mg/mL (Tabela 14), sendo essa concentração inferior a observada sobre os outros fungos analisados.

O antifúngico sintético Itraconazol não inibiu o *S. brasilienses* e *C. albicans*, sendo eficiente apenas frente *S. schenkii*. A Anfotericina B foi mais eficiente na inibição das três leveduras (Tabela 14). O extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* quando comparado ao antifúngico Itraconazol apresenta uma boa eficiência, pois, foi capaz de inibir os fungos que apresentaram resistência ao fármaco. Quando comparado a Anfotericina B que é um fármaco sintético empregado rotineiramente no controle desses fungos, o extrato vegetal apresenta uma baixa atividade antifúngica, pois são usadas concentrações mais altas para ocorrer a inibição.

Porém, deve ser considerado que os extratos vegetais possuem uma composição química complexa, sendo assim os compostos podem interagir entre si, e ter efeito sinérgico ocorrendo um ganho de atividade biológica ou, por outro lado, pode ocorrer antagonismo e esta interação resultar numa redução ou até mesmo anulação de determinada bioatividade (Oliveira, 2015; Casanova e Costa, 2017). Sendo assim, deve-se considerar o extrato da madeira de *Z. joazeiro* potencialmente antifúngico.

Os resultados encontrados no trabalho estão de acordo aos reportados na literatura. De acordo com Silva (2009), o extrato etanólico da casca de *Z. joazeiro* foi capaz de inibir a levedura *C. albinans*, na concentração de 10mg/mL. Lyrio (2016), constatou o efeito antifúngico das saponinas isoladas de *Z. joazeiro* sobre *C. albicans* na CIM de 0,313 mg/mL. Souza Neto (2016), reportou o efeito inibitório do extrato hidroetanólico da folha da espécie frente a *C. albicans* na concentração de 5mg/mL. A atividade atifúngica do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* frente aos fungos estudados é satisfatória, como pode-se constatar ao compará-la a outros estudos. A madeira da espécie obteve eficiência superior a casca e folha da espécie.

Barbosa Junior *et al.* (2015), testou a atividade antifúngica dos extratos da entrecasca e folhas de *Z. joazeiro*, submetidos a tratamento de autoclavagem e UV frente a isolados clínicos de *Cryptococcus neoformans*, obtendo inibição nas concentrações de 4, 40 e 100 mg/mL. Cruz *et al.* (2007), reportou a significativa atividade antifúngica do extrato aquoso das folhas de *Z. joazeiro* sobre cepas fúngicas de *Trichophyton rubrum*, *C. guilliermondii*, *C. albicans*, *C. neoformans* e *Fonsecaea pedrosoi*, quando comparados ao agente antifúngico anfotericina B. O autor encontrou CIM de 0,0125 mg/mL para *C. albicans* e destacou que espécie teve melhor desempenho na inibição de *T. rubrum*, *C. guilliermondii* ambas com CIM de 0,0065 mg/mL.

Pinheiro (2019), constatou que o extrato aquoso da casca de *Z. joazeiro* é mais eficiente na inibição de diferentes estirpes de *Candida* quando comparado com o extrato aquoso da folha. O autor observou a CMI de 0,4803 e 0,4506mg/mL sobre estípites de *C. albicans* e CIM 2,19362 e 3,02691 mg/mL sobre estípites de *C. tropicalis*, em comparação com o extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro* os extratos utilizados pelo autor foram mais eficientes na inibição de *C. albicans*.

A atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *Z. joazeiro*, pode ser atribuída a presença de saponinas em sua composição como visto na análise de prospecção fitoquímica (Tabela 12). Bezerra Neto (2019), reportou a atividade antifungica da fração enriquecida em saponinas do extrato de *Z. joazeiro* frente a isolados de *C. albicans* e *C. glabrata*. O autor associou o efeito antifúngico as saponinas encontradas em abundância nas espécies, no estudo a fração enriquecidas com saponinas foi capaz de inibir a aderência das leveduras as células epiteliais bucais humanas. As saponinas possuem a habilidade de criar complexos com componentes das membranas celulares, resultando na modificação da permeabilidade celular, podendo resultar em sua destruição (Schenkel *et al.*, 2017). Outros autores também relacionaram a atividade antifungica a presença de saponinas (Cruz *et al.*, 2007; Lyrio, 2016; Pinheiro, 2019).

## 6.7. *P. pyramidalis*

### 6.8.Extrativos da madeira de *P. pyramidalis* (Catingueira)

#### 6.8.1. Teores de extractivos e FTIR

A partir das extrações realizadas com a madeira de *P. pyramidalis* foram encontrados os teores de extractivos descritos na Tabela 15 para cada solvente utilizado no procedimento.

**Tabela 15** - Teores de extractivos obtidos da madeira de *P. pyramidalis* utilizando os solventes cicloexano, acetato de etila e metanol.

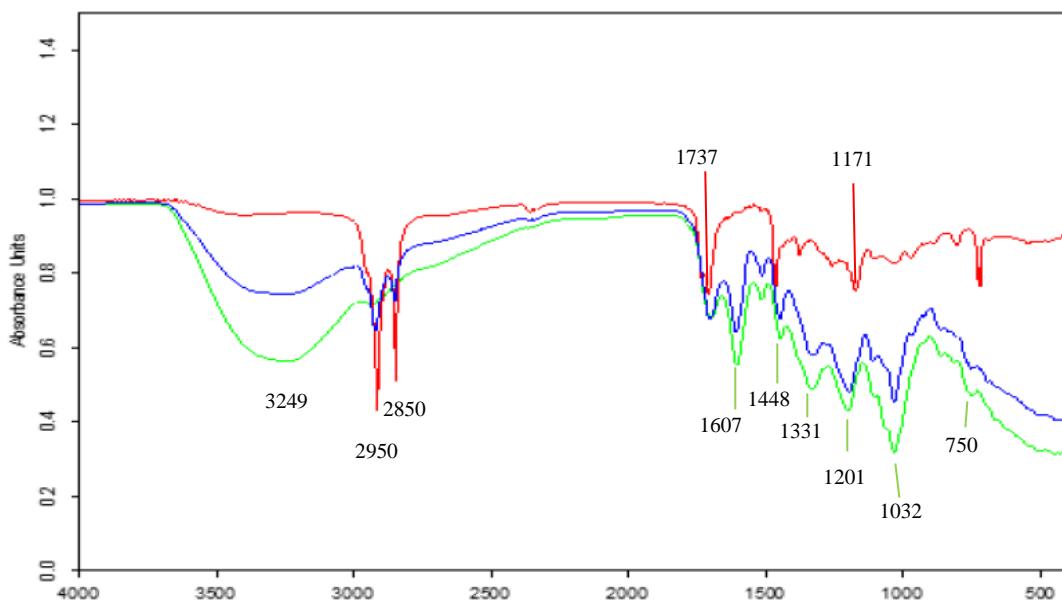
Solventes			
Cicloexano (%)	Acetato de etila (%)	Metanol (%)	Total (%)
0,388	0,697	4,316	5,402

A extração sucessiva da madeira de *P. pyramidalis* com diferentes solventes obteve diferentes rendimentos (Tabela 15), variando de 0,388 a 4,316%. O metanol (4,316%) foi o solvente que obteve maior rendimento na extração. Os extractivos apresentam uma diversidade de compostos químicos em sua composição fazendo com que nenhum solvente orgânico sozinho consiga extrair todas essas substâncias, sendo assim a extração é realizada com diferentes solventes tanto polares como apolares (Mendoza, 2016).

O tipo de solvente utilizado afeta a quantidade e qualidade do extrato. Os extractivos são formados por uma ampla classe de moléculas, sendo assim os solventes extraem essas substâncias de acordo com suas polaridades (Carmo, 2008). Solventes de polaridade intermediária como o acetato de etila retiram substâncias de polaridade intermediária e solventes polares como o metanol retiram substâncias polares. O Metanol é um solvente que possibilita a extração de um maior número de compostos, está relacionado a extração de substâncias de caráter polar como compostos os fenólicos (Carmo, 2008; Klock; Andrade, 2013; Wastowski, 2018).

Ao determinar o teor de extractivos totais no extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis* constatou-se um rendimento de 5,402%. O valor encontrado foi inferior ao reportado na literatura; Medeiros Neto *et al.* (2014) ao analisar a madeira de *P. pyramidalis* encontrou 11,81% de teor de extractivos total. Apesar de o valor estar abaixo do encontrado para a espécie, esse valor está dentro do aceitável para madeiras de folhosas, nessas madeiras o teor de extractivo pode variar de 2 a 10%, podendo chegar a valores superiores a esses em regiões tropicais (Klock e Andrade, 2013). A variação nos teores de extractivos pode ser elucidada pela influência da idade da madeira, visto que esses teores tendem a aumentar com o envelhecimento da árvore (Silva *et al.*, 2005). Essa tendência sugere que a espécie analisada neste estudo é jovem, apresentando uma idade inferior àquela documentada na literatura.

Ao utilizar diferentes solventes na extração espera-se obter diferenças qualitativas e quantitativas no extrato tendo em vista que cada solvente influencia diretamente sobre a composição do extrato e o rendimento do processo extractivo (Wastowski, 2018). Isso pode ser observado em nossos resultados, em que obtivemos diferenças na concentração (Tabela 15) e composição (Figura 20) dos extractos.



**Figura 20** - Espectros no infravermelho por análise FTIR dos extratos obtidos da madeira de *P. pyramidalis* utilizando os solventes cicloexano (Vermelho), acetato de etila (Azul) e metanol (Verde).

A figura 20 exibe os espectros no infravermelho dos extratos de *P. pyramidalis* obtidos empregando diferentes solventes. Ao examinar o espectro resultante do solvente cicloexano, é possível identificar picos de absorção em 2950 e 2850 cm<sup>-1</sup>, que correspondem à vibração  $\nu(\text{C}-\text{H})$ , essas vibrações são frequentemente encontradas em diversas classes de compostos alifáticos, tais como ácidos e ésteres graxos, álcoois de cadeia longa e esteroides. A banda de absorção na região 1737 cm<sup>-1</sup> é característica da deformação axial de C=O de éster. O pico observado em torno de 1171 cm<sup>-1</sup> corresponde à deformação angular da ligação CO, sendo característico de álcool, ésteres, ácidos carboxílicos e éteres. (Silverio, 2008; Silva, 2019; Colares *et al.*, 2021).

Com base nos resultados obtidos a partir do extrato da madeira de *P. pyramidalis* utilizando ciclo hexano, sugere-se a presença de compostos como óleos, gorduras, graxas e ceras. Essas substâncias quando hidrolisadas fornecem ácidos graxos e álcoois de cadeia longa e ésteres. São insolúveis em água, sendo compatíveis com solventes apolares como o utilizado na análise (Ramalho e Suarez, 2013; Forezi *et al.*, 2022).

O espectro resultante dos extratos empregando acetato de etila e metanol como solventes apresentaram regiões de absorção semelhantes, embora com variações na forma e intensidade em que foram registrados (Figura 20). O pico de absorção de aproximadamente 3249 cm<sup>-1</sup> corresponde a grupos OH, os quais são atribuídos a grupos fenólicos ou a hidrogênios de moléculas de água ligados esses grupos. As bandas observadas em aproximadamente 1607 cm<sup>-1</sup> a 1448 cm<sup>-1</sup> podem ser atribuídas à vibração  $\nu(\text{C}=\text{C})$  de anéis aromáticos dos compostos químicos presentes nos extratos vegetais, como os compostos fenólicos, como os taninos e flavonoides. O pico encontrado em aproximadamente 1331 cm<sup>-1</sup> é relacionado à vibração da deformação C-OH em grupos fenólicos e flavonoides. A banda encontrada em aproximadamente 1201 cm<sup>-1</sup> está na região dos taninos hidrolisáveis. O pico observado em aproximadamente 1032 cm<sup>-1</sup> corresponde ao estiramento C-O-C da ligação glicosídica do oligossacarídeo encontrado nas saponinas. O pico encontrado na faixa de 750 cm<sup>-1</sup> é característico de anéis aromáticos, que compõe a estrutura molecular dos compostos fenólicos

(Heneczkowski *et al.*, 2001; Bustos, 2012; Mansur *et al.*, 2015; Bajad e Pardeshi, 2016; Malacarne *et al.*, 2017; Silva, 2021).

Como pode-se observar através dos picos identificados, o extrato metanólico é rico em compostos fenólicos que são característicos por terem anéis aromáticos como grupos funcionais, dentro desses compostos se destacaram os flavonoides e taninos (Wastowski, 2018). Diante desses resultados o extrato metanólico foi selecionado para a propecção fitoquímica, teor de fenóis totais, teor de flavonoides totais e capacidade antioxidante por FRAP.

#### **6.8.2. Prospecção fitoquímica do extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis***

A partir da Prospecção fitoquímica do extrato metanólico do *P. pyramidalis* pode-se observar resultado positivo para alcaloides, taninos, fenóis, flavonoides (flavanonóis, flavonas, flavonóis, flavanonas, flavanóis e leucoantocianidinas), xantonas, saponinas e triterpenoides (Tabela 16).

**Tabela 16** - Metabólitos secundários presentes no extrato metanólico obtido da madeira de *P. pyramidalis*

<b>Constituintes</b>	<b><i>P. pyramidalis</i></b>
Alcaloides	+
Taninos	+
Fenóis	+
Antocianinas e Antocianidinas	-
Flavonoides	+
Xantonas	+
Esteróides	-
Triterpenóides	+
Saponinas	+
Resinas	-

(+) presença do metabólito (-) ausência do metabólito

O extrato metanólico obtido da madeira *P. pyramidalis* indicou a presença de alcaloides. Esse resultado corrobora com o encontrado na literatura para extratos obtidos a partir da espécie *P. pyramidalis*. Cavalcante (2022) detectou a presença de alcaloides nas partes aéreas da espécie, assim como Silva *et al.*, (2012) reportou a presença dessa classe no extrato etanólico da casca e folhas da espécie. Os alcaloides são compostos nitrogenados de baixo peso molecular, encontrados principalmente em plantas. Essas substâncias são de grande importância econômica, pois, fazem parte da composição de inúmeros medicamentos (Dewick, 2009; Wastowski, 2018).

O extrato metanólico se mostrou como um material rico em compostos fenólicos de alto peso molecular com potencial antioxidante, por exemplo taninos e flavonoides. Nossos resultados corroboram aos dados disponíveis na literatura para a espécie. A partir de estudos realizados com extrato hidroalcoólico de amostras vegetais da parte aérea de *P. pyramidalis*, também se constatou a presença de flavonoides e taninos (Cavalcante, 2022). Em estudo do potencial farmacológico do extrato etanólico da entrecasca de *P. pyramidalis* foi encontrado fenóis, taninos e flavonoides (Santos *et al.*, 2011). Ao estudar o extrato etanólico bruto da casca e folha de *P. pyramidalis*, foi possível encontrar flavonoides e taninos (Silva *et al.*, 2012).

Os flavonoides são compostos fenólicos em que sua estrutura básica é formada basicamente por C6-C3-C6, podendo ser classificados em: flavonas, flavonóis, chauconas, auronas, isoflavonas, flavononas, catequinas e dihidroflavonois. Possuem inúmeras atividades

biológicas, e além delas apresentam ação antiinflamatória, antibacteriana e vasodilatadora, associando-se à prevenção de doenças crônicas, por exemplo, as doenças cardiovasculares (Rocha *et al.*, 2021).

Triterpenóides e saponinas também foram encontrados no extrato metanólico da espécie estudada, da mesma forma Saraiva (2017), reportou a presença de triterpenoides e saponinas além de taninos e flavonoides ao investigar a espécie a fim de desenvolver cosméticos fotoprotetores e antioxidantes. Santos (2011) também reportou a presença de triterpenoides e saponinas no extrato etanólico da entrecasca de *P. pyramidalis*. Costa (2018) e Silva *et al.* (2012) reportaram a presença de triterpenóides na espécie.

Os triterpenóides compreendem um grupo grande de metabólitos secundários, estruturalmente diverso amplamente distribuído nos vegetais, estando presentes em várias plantas medicinais. Essa classe de substâncias contém seis unidades de isopreno com fórmula molecular básica de C<sub>30</sub>H<sub>48</sub>. São reportadas diversas atividades biológicas relacionadas a essas classes como: atividades antitumorais, antivirais, antimicrobianas e protetoras (Salvador *et al.*, 2017; Hodon *et al.*, 2019).

As saponinas são metabólitos secundários produzidos naturalmente pelas plantas, que fazem parte do sistema de defesa desses vegetais contra agentes patógenos e herbívoros. São conhecidas 31 estruturas químicas dessas substâncias estando presentes em diversas partes da planta, como folhas, casca, caule e sementes. Essas substâncias são de grande interesse na indústria alimentícia e de cosméticos por suas propriedades surfactantes e detergente, além de seu destaque na indústria farmacêutica por sua atividade antifúngica e antibacteriana (Parra *et al.*, 2018; Kassuai *et al.*, 2019; Chi *et al.*, 2023).

#### **6.8.3. Teores de fenóis totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP do extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis***

A Tabela 17 apresenta os dados obtidos para a avaliação de fenóis totais, flavonoides totais e a capacidade antioxidativa realizados no extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis*.

**Tabela 17** - Resultados para a avaliação de fenólicos totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método FRAP no extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis*

Amostras	Teor de fenóis totais (mgEAG/g)	Teor aproximado de flavonoides totais (mgEQ/g)	FRAP (0,2mg/mL de extrato)
<i>P. pyramidalis</i>	164,40 ± 4,19	26,90	4,26 ± 0,32

EAG= equivalentes de ácido gálico; EQ= equivalentes de queracetina

Ao quantificar os fenóis totais no extrato metanólico de *P. pyramidalis* obteve-se o resultado de 164,40 ± 4,19 mgEAG/g de extrato. Em análise realizada com extrato aquoso da casca de *P. pyramidalis* foi encontrado valor de 216,02±11,61mgEAG/g de extrato valor superior ao quantificado no presente trabalho (Andrade, 2019). O teor de flavonoides totais no extrato metanólico de *P. pyramidalis* foi de 26,90 mgEQ/g de extrativo. Andrade (2019) ao investigar o teor de flavonoides totais no extrato aquoso da casca da espécie obteve um valor de 43,46 ± 1,98 mg EQ/g de extrato, esse valor é superior ao encontrado na análise realizada.

Considerando que o teor de extractivos na casca de vegetais é superior ao encontrado na madeira (Albino, Mori e Mendes, 2012), isso influencia de maneira direta a concentração dos compostos fenólicos e flavonoides presentes nesse material. Portanto, é possível inferir que os

resultados obtidos nesta pesquisa podem ser avaliados como satisfatórios para a espécie em questão.

Mediante as análises realizadas, foi corroborada a detecção de compostos fenólicos e flavonóides no extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis*, conforme indicado nos resultados obtidos através da técnica de FTIR (Figura 20) e na avaliação fitoquímica (Tabela 16).

Os compostos fenólicos são metabólitos reativos que podem ser divididos em ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e taninos. Essas substâncias estão amplamente distribuídas no reino vegetal e possuem alto potencial antioxidante devido à capacidade de neutralizar e sequestrar radicais livres. Devido essa capacidade o consumo de alimentos ricos nesses compostos como os chás, vinhos e frutas está relacionada à baixa incidência de doenças degenerativas (Achkar *et al.*, 2013; Ozcan *et al.*, 2014).

Os flavonoides são a maior classe de compostos fenólicos presentes nos vegetais. Essas substâncias desempenham diferentes funções nos vegetais, incluindo pigmentação e defesa. Esses compostos se destacam por sua capacidade antioxidante, sendo essa atividade atribuída aos seus radicais fenólicos que atuam como doadores de prótons. Por possuírem essa característica, os flavonoides estão relacionados a prevenção de diversas patologias incluindo cardiovasculares (Taiz; Zeiger, 2004; Oliveira *et al.*, 2006).

Foi verificado que o extrato metanólico apresenta uma capacidade antioxidante com o valor de  $4,26 \pm 0,32$  mg/mL, conforme determinado pelo método FRAP. Essa metodologia tem como base o poder de uma substância antioxidante em reduzir Fe<sup>3+</sup> a Fe<sup>2+</sup>, que é menos reativa. O complexo incolor de ferro-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) é reduzido ao complexo de ferro colorido (Henández; Guiance; Isern, 2019). Os antioxidantes são substâncias que possuem a capacidade de retardar ou inibir o processo oxidativo tanto em produtos orgânicos (alimentos, cosméticos, produtos farmacêuticos), quanto em organismos vivos (Amorati; Valgimigli, 2015).

A ação antioxidante do extrato de *P. pyramidalis* está relacionada à presença de compostos fenólicos em sua composição. A atividade antioxidante desses compostos se deve capacidade de neutralizar ou sequestrar radicais livres e na quelação de metais, sendo essa ação tanto na etapa de iniciação quanto na etapa de propagação da peroxidação lipídica. Isso acontece devido à estrutura química e a capacidade redutora dessas moléculas (Sousa *et al.*, 2007).

#### 6.8.4. Atividade antifúngica

A Tabela 18 mostra a atividade antifúngica do extrato metanólico frente aos fungos *S. schenkii*, *S. brasilienses* e *C. albicans* utilizando o método da Concentração Inibitória Mínima.

**Tabela 18** - Concentração Inibitória Mínima (CIM) do extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis* sobre os fungos de *Sporothrix schenkii* (INCQS 40286), *Sporothrix brasilienses* (INCQS 40360) e *Candida albicans* (ATCC 90028)

Tratamento	Tipo de extrato	Concentração inibitória (mg/mL)		
		<i>Sporothrix schenkii</i> (INCQS 40286)	<i>Sporothrix brasilienses</i> (INCQS 40360)	<i>Candida albicans</i> (ATCC 90028)
Itraconazol	Controle	-	0,016	-
Anfotericina B	Controle	0,008	0,004	0,004
Extrato da madeira de <i>P. pyramidalis</i>	Metanol	7,5	7,5	1,88

(-) não houve inibição do fungo

A partir da análise foi possível observar que ocorreu atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis* frente as três leveduras analisadas (Tabela 18) Ocorreu a inibição de *S. schenkii* e *S. brasilienses* na concentração mínima de 7,5 mg/mL. O extrato teve sua melhor ação frente a *C. albicans*, no qual foi preciso uma concentração de 1,88 mg/mL (Tabela 18) para inibição, concentração essa menor quando comparada aos outros fungos analisados.

Ao avaliar a ação antifúngica dos antifúngicos sintéticos utilizados rotineiramente no tratamento de infecções fúngicas o antifúngico sintético Itraconazol não inibiu as cepas de *S. schenki* e *C. albicans*, sendo eficiente apenas frente a *S. brasilienses* e. Já a Anfotericina B foi mais eficiente na inibição das três leveduras (Tabela 18), apresentando concentrações menores que o extrato vegetal. Quando comparado com os antifúngicos sintéticos, o extrato vegetal apresenta uma baixa atividade antifúngica, pois são usadas concentrações mais altas para ocorrer a inibição. Porém, deve-se levar em consideração que se trata de um extrato bruto, com uma rica complexidade química, podendo a ação antifúngica ser associada a um metabólito ou suas combinações (Pinhero, 2019). Portanto, deve-se considerar o extrato da madeira de *P. pyramidalis* potencialmente antifúngico.

Outros autores também reportaram a ação antimicrobiana da espécie. Cruz et al. (2007), avaliou o potencial antifúngico do extrato aquoso da folha de *P. pyramidalis* frente a cepas de *C. albicans*, *Candida guilliermondii*, *Trichophyton rubrun* e *Cryptococcus neoformans*, constatando significativa atividade antifúngica. Os autores reportaram que o extrato apresentou valores particularmente baixos contra *C. guilliermondii* e *T. rubrun* (0,00625mg/ml) e *C. albicans*, *C. neoformans* (0,0125 mg/ml) através da análise de CIM do extrato, demonstrando uma atividade antifúngica superior a apresentada pelo extrato metanólico de *P. pyramidalis*. Da mesma forma Barbosa Jr. et al. (2015) constatou o potencial antifúngico do extrato aquoso da folha de *P. pyramidalis* frente ao fungo *C. neoformans*, nas concentrações 4mg/mL, 40mg/mL e 100mg/mL.

De acordo com Chaves et al. (2020), ao avaliar o extrato nebulizado da casca de *P. pyramidalis* frente a cepas bacterianas encontrou-se potencial atividade antimicrobiana satisfatórias sobre as cepas de *Streptococcus oralis* e sua versão multirresistente, e cepas de *S. mutans*.

Saraiva et al. (2012) também constatou a atividade antimicrobiana da espécie. Ao testar o extrato metanólico da casca da raiz de *P. pyramidalis* frente a isolados de *S. aureus* MRSA multirresistentes, dois isolados de *S. aureus* MSSA e duas cepas padrão, os autores reportaram uma boa atividade antimicrobiana com CIM inferior a 0,5mg /mL.

A atividade antifúngica do extrato metanólico da madeira de *P. pyramidalis*, pode ser atribuída a presença de flavonoides em sua composição como visto nas análises de prospecção fitoquímica (Tabela 16) e flavonoides totais (Tabela 17). Esses compostos são capazes de formar complexos com proteínas solúveis presentes nas paredes das células fúngicas, como também devido a sua natureza lipofílica podem romper as membranas dos fungos (Arif et al., 2009; Salas et al., 2011).

## 7 CONCLUSÃO

- O solvente metanol foi o solvente que apresentou a maior concentração de extratos para as quatro espécies estudadas.
- A espectroscopia de FTIR permitiu identificar os grupos funcionais presentes nos diferentes extratos das madeiras da Caatinga, demonstrando que cada solvente extraiu da madeira substâncias específicas. Os extratos metanólicos apresentaram substâncias com potenciais capacidades antioxidantes e antifúngicas.

- A prospecção fitoquímica permitiu identificar diversos metabólitos secundários com potencial bioativo. Todas as espécies apresentaram nas composições de seus extratos metanólicos compostos fenólicos, flavonoides, triterpenoides e alcaloides. A espécie *A. anthelmia* foi a única que apresentou saponinas em seu extrato.
- Os extratos metanólicos das espécies estudadas são materiais ricos em compostos fenólicos, flavonoides e demonstram potencial antioxidante.
- As espécies nativas da Caatinga apresentaram capacidade antifúngica frente as cepas de *S. schenkii*, *S. brasilienses* e *C. albicans*. *A. anthelmia* foi mais eficiente na inibição de *S. brasilienses* e *C. albicans*; *M. tenuiflora* apresentou resultados satisfatórios para as três cepas fúngicas, porém, sua performance foi melhor contra *S. schenkii*; *Z. joazeiro* também obteve melhor resultado frente a cepa de *S. schenkii*; *P. pyramidalis* demonstrou maior poder de inibição frente a *C. albicans*.
- Vale salientar, que a avaliação do extrato metanólico das madeiras das espécies da Caatinga frente aos fungos patogênicos selecionadas nesse trabalho tem caráter inédito.
- Pode-se concluir que os extrativos das madeiras das espécies da Caatinga são bioativos, e essa bioatividade está relacionada a certas classes de metabólitos secundários presentes em sua composição.

## 8 RECOMENDAÇÃO

Recomenda-se que análises posteriores sejam realizadasa partir dos extratos metanólicos das madeiras das espécies da Caatinga estudadas, a fim de identificar e isolar as substâncias bioativas presentes nos extrativos.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABREU, H. S.; CARVALHO, A. M.; MONTEIRO, M. B. O.; PEREIRA, R. P. W.; SILVA, H. R.; SOUZA, K. C. A.; AMPARO, K. F.; CHALITA, D. B. Métodos de análise química da madeira (Métodos de análise química utilizados no Laboratório de Química da Madeira do Departamento de Produtos Florestais do Instituto de Florestas da UFRRJ). **Série Técnica Floresta e Ambiente**, p. 1–20, 2006.

ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas Técnicas ABTCP**. São Paulo: ABTCP, 1974.

ABUBAKER, M.; MOHAMMED, A.; FARAH, A.; ZHANG, J. Phytochemical screening by using GC-MS and FTIR spectrum analysis of fixed oil from Sudanese *Ziziphus spina Christi* seeds. **Eurasian Chemical Communications**, v. 3, n. 4, p. 244–256, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.22034/ecc.2021.273055.1137>

ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 2, p. 398–406, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5892/ruvrd.v11i2.1151>

ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade

da colagem. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 803–811, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/198050987561>

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de pernambuco (nordeste do brasil). **Interciencia**, v. 27, n. 7, p. 336–346, 2002 a.

ALBUQUERQUE, U. P. D.; ANDRADE, L. D. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 3, p. 273–285, 2002 b. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000300004>

ALCÁCER, L. **Textos de apoio a Química-Física. Determinação da Estrutura Molecular. Métodos Espectroscópios**. AEIST, , 2007.

ALMEIDA, D. F.; SILVA, A. L. P.; ASSIS, T. J. C. F. Dimetiltriptamina: alcalóide alucinógeno e seus efeitos no Sistema Nervoso Central. **Acta Brasiliensis**, v. 2, p. 28–33, 2018.

ALMEIDA, J. G. L. **Contribuição ao conhecimento químico de plantas do nordeste: Andira surinamensis e Piper divaricatum**. 2007. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2007.

ALMEIDA, V. C. **Avaliação do potencial de uso de resíduos de madeira tropical para produção de painéis colados lateralmente – EGP**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.

AMARAL, L. H. **Preparo e avaliação de carreadores lipídicos nanoestruturados de extrato lipofílico de babaçu (Orbignya sp.)**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

AMARIZ, I. A.; PEREIRA, E. C. V.; ALENCAR FILHO, J. M. T.; SILVA, J. P.; SOUZA, N. A. C.; OLIVEIRA, A. P.; ROLIM, L. A.; PEREIRA, R. N. Chemical study of Mimosa tenuiflora barks. **Natural Product Research**, v. 36, n. 7, p. 1893–1897, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1813135>

AMORATI, R.; VALGIMIGLI, L. Advantages and limitations of common testing methods for antioxidants. **Free Radical Research**, v. 49, n. 5, p. 633–649, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.3109/10715762.2014.996146>

ANDRADE, H. F. **Caracterização fitoquímica do extrato aquoso de Caesalpinia pyramidalis e avaliação de atividades biológicas**. 2019. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/40577>. Acesso em: 23 jan. 2022.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Phenolic compounds in foods A brief review. **R. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1–9, 2007.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/brasileira>. Acesso em: 25 abr. 2023.

APNE/CNIP. **Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.** [s. l.], 2010. Disponível em: [http://www.cnip.org.br/banco\\_img/Jurema%20Preta/mimosatenuiflorawilldpoir9.html](http://www.cnip.org.br/banco_img/Jurema%20Preta/mimosatenuiflorawilldpoir9.html). Acesso em: 30 out. 2022.

ARAÚJO, E. S. **Potencial antibacteriano e antifúngico do extrato pirolenhoso.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25557>. Acesso em: 23 ago. 2023.

ARAUJO, I. M.; VIEIRA, L. L. M.; CRUZ, C. M.; LOPES, L. P. Caracterização da resistênciaaos antifúngicos azólicos durante a terapia da candidíase vulvovaginal. **Gep News**, v. 5, n. 1, p. 435–438, 2021.

ARAÚJO, L. A. **Estudo das propriedades físicas, químicas e termofísicas de óleos regionais e suas misturas.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.

ARIF, T.; BHOSALE, J. D.; KUMAR, N.; MANDAL, T. K.; BENDRE, R. S.; LAVEKAR, G. S.; DABUR, R. Natural products--antifungal agents derived from plants. **Journal of Asian Natural Products Research**, v. 11, n. 7, p. 621–638, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10286020902942350>

ARNOUS, A. H.; SANTOS, A.; CAMBRAIA, R. Plantas medicinais de uso caseiro - conhecimento popular e interesse por cultivo comunitário. **Revista Espaço Para a Saúde**, v. 6, p. 1–6, 2005.

ÁSSIMOS, A. A. **Avaliação da concentração e dos tipos de flavonoides na própolis, utilizando métodos quimiométricos de classificação e calibração.** 2014. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2014.

AZEVÊDO, T. K. B. **Relações entre madeira, casca e teor de substâncias tânicas e qualidade dos taninos de jurema-preta (Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.) para produção de adesivos tanino formaldeído.** 2010. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2010.

BAJAD, P. N.; PARDESHI, A. B. Qualitative and Quantitative Analysis of Saponin as Bioactive Agent of *Sapindus emarginatus*. **International Journal of Science and Research**, v. 5, p. 351–354, 2016.

BARBOSA JUNIOR, A. M.; MÉLO, D. L. F. M.; ALMEIDA, F. T. C.; TRINDADE, R. C. Estudo comparativo da susceptibilidade de isolados clínicos de *Cryptococcus neoformans* (Sanfelice, 1895) frente a alguns antifúngicos de uso hospitalar e extratos vegetais obtidos de plantas medicinais da região semiárida sergipana. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 17, n. 1, p. 120–132, 2015. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/11\\_177](https://doi.org/10.1590/1983-084X/11_177)

BARROS, M. B. D. L.; PAES, R. A.; SCHUBACH, A. O. *Sporothrix schenckii* e esporotricose. **Revisões de microbiologia clínica**, v. 24, n. 4, p. 633–654, 2011.

BARROS, M. B. L.; SCHUBACH, T. P.; COLL, J. O.; GREMIÃO, I. D.; WANKE, B.; SCHUBACH, A. Esporotricose: a evolução e os desafios de uma epidemia. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 27, n. 6, p. 6, 2010.

**BATISTA, F. G. Resistência natural de madeiras de cinco espécies do bioma Caatinga em ensaio de campo.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30014>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BAUER, A. W.; KIRBY, W. M.; SHERRIS, J. C.; TURCK, M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method. **American Journal of Clinical Pathology**, v. 45, n. 4, p. 493–496, 1966.

BENEDETTI, V. P.; FORNARI, G.; HERKERT, P. F.; REDIVO, D. D. B.; GLIENKE, C. Epidemiologia da colonização de leveduras *Candida* da cavidade bucal em pacientes diabéticos. **Revista de Saúde e Biologia**, v. 8, n. 2, p. 1–6, 2013.

BERMAN, J. *Candida albicans*. **Current biology: CB**, v. 22, n. 16, p. R620-622, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.05.043>

BEZERRA, D. A. C. **Estudo Fitoquímico, Bromatológico e Microbiológico de Mimosa tenuiflora (Wild) Poiret e Piptadenia stipulacea (Benth) Ducke**. 2008. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2008.

BEZERRA NETO, F. A. **Caracterização do efeito de uma fração enriquecida em saponinas obtida de *Ziziphus joazeiro* em isolados de *Candida* spp. oriundos de pacientes com candidemia com ênfase na expressão dos fatores de virulência**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27143>. Acesso em: 15 fev. 2023.

BONVEHÍ, J. S.; GUTIÉRREZ, A. L.; J. AM. Antioxidant activity and total phenolics of propolis from the Basque Country (Northeastern Spain). **Oil Chem. Soc.**, v. 88, p.1387, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1792-1>

BORGES, I. V.; CAVALCANTI, L. S.; NETO, A. F.; ALMEIDA, J. R. G. S.; ROLIM, L. A.; ARAÚJO, E. C. C. Identificação da fração antimicrobiana do extrato da *Mimosa tenuiflora*. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 155, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/cs.v8i1.1493>

BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos secundários de plantas. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 54–67, 2020.

BRANDÃO, H. N.; DAVID, J. P.; COUTO, R. D.; NASCIMENTO, J. A. P.; DAVID, J. M. Química e farmacologia de quimioterápicos antineoplásicos derivados de plantas. **Química Nova**, v. 33, n. 6, p. 1359–1369, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000600026>

BRANDÃO, T. S. O.; PINHO, L. S.; TESHIMA, E.; DAVID, J. M.; RODRIGUES, M. I. Optimization of a technique to quantify the total phenolic compounds in jambolan (*Syzygium cumini* Lamark) pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 22, p. e2018158, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.15818>

BRÁS, A. A. Q. **Estudo fitoquímico e de potenciais atividades biológicas de mimosa tenuiflora (willd) poir.** 2017. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br>. Acesso em: 11 out. 2023.

BRITO, R. F.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; PARIZ, E.; CALEGARI, C. C. A.; GATTO, D. A. Influência da variação axial, radial e granulométrica da serragem na composição química da madeira de jurema-preta | Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science). **Brazilian Journal of Wood Science**, v. 5, n. 2, p. 111–117, 2014.

BRUICE, P. Y. **Organic Chemistry**. 4. ed. USA: Pearson, 2006.

BUSTOS, J. A. R. **Uso dos extratos naturais de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*): Para tratamento de águas contendo resíduos orgânicos.** 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2012.

CABRAL, D. L. V. **Potencial antimicrobiano de plantas da Caatinga utilizadas na medicina tradicional como anti-inflamatórias.** 2014. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11930/1/TESE%20Daniela%20Lyra%20de%20Vasconcelos%20Cabral.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2023.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 80, p. 345–355, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.80.670>

CAO, G.; PRIOR, R. L. Measurement of oxygen radical absorbance capacity in biological samples. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 50–62, 1999. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99008-0](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99008-0)

CARARETO, N. D. D. **Solid-liquid equilibrium and flash point of fatty mixtures = Equilíbrio sólido-líquido e ponto de fulgor de misturas graxas.** [S. l.]: [s.n.], 2014 a. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/acervo/detalhe/927640>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CARARETO, N. D. D. **Equilíbrio sólido-líquido e ponto de fulgor de misturas graxas.** 2014b. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2014.927640>. Acesso em: 24 mar. 2023.

CARMO, A. G. O. **Avaliação do potencial preservativo dos extratos do cerne no alburno da madeira de Corymbia citriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson.** 2008. Monografia (Graduação em Engenheiro Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/2731>. Acesso em: 13 fev. 2023.

CARRILLO-LÓPEZ, L. M., ZAVALET-MANCERA, H. A., VILCHIS-NESTOR, A., SOTO-HERNÁNDEZ, R. M., ARENAS-ALATORRE, J., TREJO-TÉLLEZ, L. I., & GÓMEZ-MERINO, F. Biosynthesis of silver nanoparticles using Chenopodium ambrosioides. **Journal**

**of Nanomaterials**, v. 2014, n. 1, p. 951746. 2014. Disponível em:  
<https://doi.org/10.1155/2014/951746>

**CARVALHO, A. C. Potencial energético da madeira de espécies florestais em área sob manejo sustentável, após corte raso, no Rio Grande do Norte.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/26580>. Acesso em: 18 abr. 2022.

**CARVALHO, P. E. R. Juazeiro - Ziziphus joazeiro:** Circular Técnica 139. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2007. Disponível em:  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/313897>. Acesso em: 15 mai. 2022.

**CARVALHO, P. E. R. Angelim-lombriga: Andira anthelmia.** In: **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 57–63. *E-book*. Disponível em:  
[https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1140610&biblioteca=vazio&b\\_usca=1140610&qFacets=1140610&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1](https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1140610&biblioteca=vazio&b_usca=1140610&qFacets=1140610&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1). Acesso em: 20 fev. 2022.

**CASANOVA, L. M.; COSTA, S. S.** Interações sinérgicas em produtos naturais: potencial terapêutico e desafios. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 575–595, 2017.

**CASTEJON, F. V. Taninos e saponinas:** Disciplina: Seminários aplicados. Goiânia, GO: Universidade Federal de Goiás, 2011. Disponível em:  
[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011\\_Fernanda\\_Castejon\\_1c.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Fernanda_Castejon_1c.pdf).

**CASTRO, A. S.; CAVALCANTE, A. Flores da Caatinga.** Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MCTI/flores-46375770>. Acesso em: 18 mar. 2021.

**CASTRO, M. R.; FIGUEIREDO, F. F.** Saberes tradicionais, biodiversidade, práticas integrativas e complementares: o uso de plantas medicinais no SUS. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 15, n. 31, p. 56–70, 2019. Disponível em:  
<https://doi.org/10.14393/Hygeia153146605>

**CAVALCANTI, C. D. M. Estudo fitoquímico da espécie Poincianella pyramidalis (Tul) LP Queiroz.** 2022. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Química - PPGQ) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2022. Disponível em:  
<http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4556>. Acesso em: 15 mai. 2023.

**CHAVES, T. P.; MEDEIROS, F. D.; SOUSA, J. M. C.; SILVA, L. A. P.; LIMA, M. A.; COUTINHO, H. D. M.; MEDEIROS, A. C. D.** Phytochemical characterization and mutagenicity, cytotoxicity, antimicrobial and modulatory activities of Poincianella pyramidalis (Tul.) LP Queiroz. **Natural Product Research**, v. 34, n. 23, p. 3382–3387, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1566724>

**CHI, G. J. G.; MENDOZA, J. L.; FRANCO, Y. L.; MATA, M. L.; COTA, L. Q.** Métodos de extracción, funcionalidad y bioactividad de saponinas de Yucca: una revisión. **Biotecnia**, v. 25, n. 1, p. 147–155, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i1.1800>

CLSI. Manual Clinical and Laboratory Standards Institute. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; approved standards- 6 th ed. Document M 27-A3 performance standards for antimicrobial susceptibility testing. Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA., 2008.

COLARES, L. M.; MOREIRA, L. O.; DIAS, D. B.; RIBEIRO, G. A. C.; CASTILHO, Q. G. S.; NUNES, V. L. N. D.; MOREIRA, L. R. M. O. Avaliação química e microbiológica do óleo de Pequi (*Caryocar brasiliense*) comercializado em feira de São Luis - MA / Chemical and microbiological evaluation of Pequi oil (*Caryocar brasiliense*) marketed at São Luis fair - MA. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 86836–86852, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-036>

CORDEIRO, J. M. P.; FÉLIX, L. P. Conhecimento botânico medicinal sobre espécies vegetais nativas da caatinga e plantas espontâneas no agreste da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3 suppl 1, p. 685–692, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084x/13\\_077](https://doi.org/10.1590/1983-084x/13_077)

COSTA, E. S. S. **Indução e caracterização de calos de Amburana cearensis (Allen.) A.C E Poincianella pyramidalis (Tul.) L.P. Queiroz**. 2018. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2018. Disponível em: <http://tede2.ufes.br:8080/handle/tede/781>. Acesso em: 28 out. 2022.

COSTA, J. A. S.; NUNES, T. S.; FERREIRA, A. P. L.; STRADMANN, M. T. S.; QUEIROZ, L. P. **Leguminosas forrageiras da Caatinga: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia**. SASOP, 2002.

COSTA, M.; FERNANDES, O. F. L.; SILVA, M. R. R. Candidiasis vulvovaginal: aspectos clínicos, tratamentos oral com azólicos e suscetibilidade in vitro. **Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology**, v. 32, n. 2, p. 145–162, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rpt.v32i2.31727>

CROTEAU, R.; KUTCHAN, T. M. Natural Products (Secondary Metabolites). In: BUCHANAN, B.; GRUISEM, W.; JONES, R. **Biochemistry & Molecular Biology of Plants**. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000. p. 1250–1318.

CRUZ, M. C. S.; SANTOS, P. O.; BARBOSA, A. M.; DE MÉLO, D. L. F. M.; ALVIANO, C. S.; ANTONIOLLI, A. R.; ALVIANO, D. S.; TRINDADE, R. C. Antifungal activity of Brazilian medicinal plants involved in popular treatment of mycoses. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, n. 2, p. 409–412, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.12.005>

CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C.; SANTOS, A. F. Os metabólitos secundários e sua importância para o organismo. **Diversitas Journal**, v. 1, n. 2, p. 175, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v1i2.332>

DAHIRU, D.; UMARU, H. A.; NADRO, M. S.; BELLO, M. I. Potencial antioxidante, antiinflamatório e anticancerígeno do extrato de acetato de etila da casca do caule de *Andira inermis*. **Nigerian Journal of Biochemistry and Molecular Biology**, v. 37, n. 4, p. 289–297, 2022.

DELBONE, C. A. C.; LANDO, R. L. Importância ecológica e evolutiva dos principais grupos de metabólitos secundários nas espécies vegetais. In: X CONGRESSO DE EDUCAÇÃO DO NORTE PIONEIRO2010, Jacarezinho, PR. **Anais** [...]. Jacarezinho, PR: UENP-CCNE-CLA, 2010. p. 9. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/258925660/Importancia-Ecologica-e-Evolutiva-Dos-Metabolitos-Secundarios>. Acesso em: 29 abr. 2021.

DEWICK, P. M. **Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach**. 1. ed. Chichester, West Sussex, United Kingdom: Wiley, 2009.

DONADU, M. G.; PERALTA-RUIZ, Y.; USAI, D.; MAGGIO, F.; MOLINA-HERNANDEZ, J. B.; RIZZO, D.; BUSSU, F.; RUBINO, S.; ZANETTI, S.; PAPARELLA, A.; CHAVES-LOPEZ, C. Colombian Essential Oil of *Ruta graveolens* against Nosocomial Antifungal Resistant Candida Strains. **Journal of Fungi**, v. 7, n. 5, p. 383, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jof7050383>

DUARTE, E.; ALMEIDA, D.; AONA-PINHEIRO, L.; CARVALHO, P. Morfologia dos diásporos, desenvolvimento, pós-seminal, emergência de angelim [*Andira anthelmia* (Vell.) Benth. – Fabaceae]. **Magistra**, v. 23, n. 1/2, p. 1–10, 2010.

DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema beta-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 446–452, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200031>

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioma Caatinga**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-Caatinga/introducao>. Acesso em: 10 de ago. 2022.

EGUA, M. O.; NWINYI, F. C.; OKWOCHE, O. J.; MONDAY, O. M.; GANIYAT, A. M.; OKWUDILI, O. S.; GARBA, M. H.; DEZI, A. D.; MOHAMMED, A. Evaluation of *Andira inermis* stem bark extract for hypoglycaemic and antioxidant effects'. **Clinical Phytoscience**, v. 6, n. 1, p. 76, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40816-020-00225-5>

ESPINDOLA, I.; DOTTO, N. A.; SAUCEDA, M. F. M.; KAMINSKI, T. A.; RIBEIRO, P. F. A. Eficiência de extração dos compostos fenólicos da alcachofra a partir de diferentes solventes. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 6, n. 2, 2014.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 51–56, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21800/2317-66602018000400014>

FERREIRA, A. V. D. **Caracterização química e potencial antimonalárico de *Andira nitida Mart. ex Benth.*** 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/1526>. Acesso em: 15 fev. 2022.

FERREIRA, M. M. M.; OLIVEIRA, A. H. C.; SANTOS, N. S. Flavonas e flavonóis: novas descobertas sobre sua estrutura química e função biológica. **Revista Agroambiente On-line**, v. 2, n. 2, p. 57–60, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v2i2.249>

- FONSECA, C. R.; ANTONGIOVANNI, M.; MATSUMOTO, M.; BERNARD, E.; VENTICINQUE, E. M. Oportunidades de conservação na Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 44–51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21800/2317-66602018000400013>
- FOREZI, L. S. M.; HÜTHER, C. M.; FERREIRA, P. G.; PORTELLA, D. P.; GONZAGA, D. T. G.; SILVA, F. C.; FERREIRA, V. F. There is Chemistry Here: Part V: Natural waxes. **Revista Virtual de Química**, v. 14, n. 5, p. 877–895, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/1984-6835.20220043>
- GANEM, R. S. **Caatinga: estratégias de conservação**. Estudo Técnico. Consultoria Legislativa, , 2017.
- GARCÍA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundario de plantas. **Revista Reduca (Biología)**, v. 2, n. 3, 2009.
- GARCÍA-PARRA, M. Á.; PLAZAS-LEGUIZAMÓN, N. Z.; CARVAJAL RODRÍGUEZ, D. C.; FERREIRA TORRADO, S. C.; PARRA, J. D. Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en relación con el suelo y el clima: Una revisión. **Informador Técnico**, v. 82, n. 2, p. 241, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.23850/22565035.1451>
- GIULIETTI, A. M.; NETA, A. L. B.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. Ministério do Meio Ambiente, , 2004.
- GROS, E. G. **Introducción al estudio de los productos naturales**. Washinton, D.C.: Secretaria General de la organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 1985. (Serie de química).
- GUIMARÃES, G. P. **Caracterização tecnológica de drogas vegetais e extratos nebulizados e desenvolvimento de um fitocosmético fotoprotetor**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/31357>. Acesso em: 14 ago. 2022.
- GUIANCE, S. H.; ISERN, D. M. Estudio cuantitativo y comparativo de la actividad antioxidante total en Soja por método FRAP. **INVENIO: Revista de investigación académica**, v.40, p. 47-60, 2019
- HOWARD E.O. Dimorfismo de *Sporotrichum schenckii*. **Journal of bacteriology**, v. 81, n. 3, p. 464-469, 1961. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/jb.81.3.464-469.1961>
- HENECZKOWSKI, M.; KOPACZ, M.; NOWAK, D.; KUŹNIAR, A. Infrared spectrum analysis of some flavonoids. **Acta Poloniae Pharmaceutica**, v. 58, n. 6, p. 415–420, 2001.
- HENRIQUES, M.; WILLIAMS, D. Pathogenesis and Virulence of *Candida albicans* and *Candida glabrata*. **Pathogens**, v. 9, n. 9, p. 752, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/pathogens9090752>

HODON, J.; BORKOVA, L.; POKORNY, J.; KAZAKOVA, A.; URBAN, M. Projeto e síntese de conjugados de triterpenos pentacíclicos e seu uso em pesquisa medicinal. **Jornal europeu de química medicinal**, v. 182, p. 111653, 2019.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841–1856, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/jf030723c>

IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R.; NASCIMENTO, C. C.; AZAMBUJA, R. D. R.; CAMPELO, S. R.; RIBEIRO, R. S. Produção de painéis aglomerados com misturas de seis espécies de madeiras da amazônia e Pinus taeda. **Floresta**, v. 46, n. 2, p. 259, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/rf.v46i2.40866>

JUNCÁ, F. A.; FUNCH, L.; ROCHA, W. **Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. (Série Biodiversidade 13). E-book. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/serie-biodiversidade-13-biodiversidade-e-conservacao-da-chapada-diamantina.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2022.

KASSUIA, Y. S.; SILVEIRA, A. C.; DOMAHOVSKI, R. C.; LAZZAROTTO, M. **Aprimoramento e adaptação de método prático e rápido para estimar a quantidade de saponinas em extratos de polpa de frutos de erva-mate**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2019. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1111582>. Acesso em: 15 ago. 2022.

KIILL, L. H. P. **Introdução - Portal Embrapa**. [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-Caatinga/introducao>. Acesso em: 10 ago. 2022.

KLOCK, U. **Tecnologia de celulose e papel: Química da madeira**. ABTCP, , 2013. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013\\_Umberto\\_Klock\\_QuimicaMadeira.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2013_Umberto_Klock_QuimicaMadeira.pdf). Acesso em: 16 mar. 2021.

KURTZMAN, C.; FELL, J. W.; BOEKHOUT, T. **The Yeasts: A Taxonomic Study**. Amsterdam: Elsevier, 2011.

LACAZ, C. da S.; PORTO, E.; MELO, N. T. de; HEINS-VACCARI, E. M. **Guia Para Identificação De Fungos**. 1. ed. São Paulo: Sarvier, 1998.

LAMOUNIER, K. C. **Estudo dos polifenóis, atividade antioxidante e antimicrobiana da madeira e casca de Maclura tinctoria (L) D. Don ex Steud**. 2010. Universidade Federal de Uberlândia - Dissertação (Mestrado em Química), Uberlândia, MG, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17325>. Acesso em: 21 ago. 2023.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Recife, PE: Editora Universitária da UFPE, 2003. p. 13–16.

LIBERATO, K. B. C. **Atividade antifúngica de extratos de plantas do semiárido paraibano frente a leveduras do gênero candida**. 2019. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB,

2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3791>. Acesso em: 8 abr. 2022.

LONDE, G. B. **Análise química da Cecropia adenopus (EMBAÚBA)**. 2004. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27055>. Acesso em: 17 mai. 2022.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, R. Candidosis, a new challenge. **Clinics in Dermatology**, v. 28, n. 2, p. 178–184, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2009.12.014>

LYRIO, N. N. **Avaliação da atividade antimicrobiana e do poder surfactante das saponinas do Juá (Ziziphus joazeiro) modificadas enzimaticamente**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MACEDO, J. M.; SOUZA, L. G. P.; VALENZUELA, V. del C. T.; OLIVEIRA, A. B.; CASTILHO, R. O.; JÁCOME, R. L. R. P. Variação sazonal nos teores de flavonoides, taninos e atividade antioxidante de Davilla rugosa Poir. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 34, n. 4, p. 585–590, 2013.

MAHAJAN, V. K. Sporotrichosis: an overview and therapeutic options. **Dermatology Research and Practice**, v. 2014, p. 272376, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/272376>

MAIA, G. N. **Caatinga, árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: Leitura & Arte, 2004. E-book. Disponível em: <https://leituraearte.com.br/livros/botanica/caatinga-arvores-e-arbustos-e-suas-utilidades-detail>. Acesso em: 26 fev. 2022.

MAISUTHISAKUL, P.; SUTTAJIT, M.; PONGSAWATMANIT, R. Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. **Food Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 1409–1418, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.032>

MALACARNE, M.; ANTONIOLLI, G.; BERTOLDI, D.; NARDIN, T.; LARCHER, R. Botanical origin characterisation of tannins using infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v.267, p. 204-209. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.131>

MANSUR, N. F.; HANAFIAH, M. A. K. M.; ISMAIL, M. Adsorption of Pb(II) Ions on Sulfuric Acid Treated Leucaena leucocephala Leaf Powder. **MATEC Web of Conferences**, v. 27, p. 03002, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/matecconf/20152703002>

MARCONATO, A. M.; RENARDIN, A.; LEONEZ, D. G. V. R.; PADILHA, C. K.; MAZUR, C. E. Relação dos Fitoterápicos e Compostos Bioativos na Fertilidade e Infertilidade Humana / List of Phytotherapeutic and Bioactive Compounds in Fertility and Infertility. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 13, n. 44, p. 132–139, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i44.1342>

MARIMON, R.; CANO, J.; GENÉ, J.; SUTTON, D. A.; KAWASAKI, M.; GUARRO, J. Sporothrix brasiliensis, S. globosa, and S. mexicana, three new Sporothrix species of clinical

interest. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 45, n. 10, p. 3198–3206, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/JCM.00808-07>

MARQUES, C. A.; NASCIMENTO, A. M.; TORRES, J. C. Caracterização morfo-anatômica e testes fitoquímicos em amostras comerciais de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Fitos**, v. 10, n. 4, p. 417–432, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/2446-4775.20160030>

MARTINS, C. R.; LOPES, W. A.; ANDRADE, J. B. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Química Nova**, v. 36, n. 8, p. 1248–1255, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000800026>

MATOS, C. C. de. **Estudo fitoquímico e avaliação do potencial biológico das folhas de ziziphus joazeiro MARTIUS (RHAMNACEAE)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2010. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/riufal/3813>. Acesso em: 17 set. 2022.

MATOS F.J.A. **Introdução à fitoquímica experimental**. Fortaleza: EUFC, 1997.

MAYA-RICO, A. M.; CARDONA-CASTRO, N. Candidiasis mucocutánea crónica: una mirada al entendimiento genético. **Iatreia**, v. 31, n. 4, p. 393–399, 2018.

MEDEIROS NETO, P. N. D., OLIVEIRA, E. D., & PAES, J. B. Relações entre as características da madeira e do carvão vegetal de duas Espécies da Caatinga. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 484-493, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.051313>

MELARE, J. A vegetação da Caatinga: das alternativas medicinais às ameaças. **ComCiência**, n. 149, p. 0–0, 2013.

MELO, M. S. F. **Avaliação da atividade antimicrobiana de extrato do fruto, folha e casca de caule do Zizyphus joazeiro Mart**. 2013. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2013. Disponível em: <https://bdtd.unifal-mg.edu.br:8443/handle/tede/181>. Acesso em: 18 jul. 2023.

MELO, M. S. F.; ROCHA, C. Q.; SANTOS, M. H.; CHAVASCO, J. M.; CHAVASCO, J. K. Pesquisa de bioativos com atividade antimicrobiana nos extratos hidroetanólicos do fruto, folha e casca de caule do *Zizyphus joazeiro* mart. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 10, n. 2, p. 43–51, 2012.

MENDOZA, Z. M. S. H. **Tecnologia Química de Produtos Florestais**. UFMT, 2016.

MIKHAILOV, O. V.; MIKHAILOVA, E. O. Elemental Silver Nanoparticles: Biosynthesis and Bio Applications. **Materials (Basel, Switzerland)**, v. 12, n. 19, p. 3177, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma12193177>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Caatinga**. [s. l.], 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/biomas/caatinga>. Acesso em: 10 ago. 2022.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; IBAMA – INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Caatinga: monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite**: Relatório Técnico 2010-2011. [S. l.]: Ministério do Meio Ambiente, 2017. Disponível em:

[https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/PMDBBS/RelatorioBiomaCaatinga\\_2010-2011\\_V2%20-%20MMA.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80049/PMDBBS/RelatorioBiomaCaatinga_2010-2011_V2%20-%20MMA.pdf). Acesso em: 10 ago. 2022.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892–896, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000500029>

MORAES, G. V.; JORGE, G. M.; GONZAGA, R. V.; SANTOS, D. A. Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e238111436225–e238111436225, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.36225>

MORAES, J. P.; PEREIRA, D. S.; MATOS, A. S.; SANTANA, D. G.; SANTOS, C. A.; ESTEVAM, C. S.; FAKHOURI, R.; LUCCA JUNIOR, W.; CAMARGO, E. A. The ethanol extract of the inner bark of *Caesalpinia pyramidalis* (Tul.) reduces urinary bladder damage during cyclophosphamide-induced cystitis in rats. **TheScientificWorldJournal**, v. 2013, p. 694010, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2013/694010>

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

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI-FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Revista de Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 411–424, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732004000400002>

NEPLAME - NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS DE PLANTAS MEDICINAIS. **Atividade antioxidant**. [s. l.], 2017. Disponível em: <http://www.neplame.univasf.edu.br/atividade-antioxidante.html>. Acesso em: 21 jul. 2023.

NEVES, M. S. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade anticolinesterásica de extratos da casca da raiz da Mimosa tenuiflora (Willd.) Poiret**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2015. Disponível em: <http://tede2.ufes.br:8080/handle/tede/226>. Acesso em: 10 jun. 2022.

NUNES, F. I. A. **Caracterização estrutural de novos triterpenóides pentacíclicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Química Farmacêutica Industrial) - Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2013. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/23393>. Acesso em: 19 fev. 2022.

OLIVEIRA, E. **Características anatômicas, químicas e térmicas da madeira de três espécies de maior ocorrência no semi-árido nordestino**. 2003. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/9235>. Acesso em: 10 set. 2021.

OLIVEIRA, J. R. S.; SILVA, A. P. S.; SANTOS, B. S.; LIMA, V. L. M. Avaliação de diferentes extratos da casca de *Annona squamosa* para potencial analgésico. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, v. 10, n. 2, p. 1456–1462, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.16891/2317-434X.v10.e2.a2022.pp1456-1462>

**OLIVEIRA, L. B. Avaliação de atividades farmacológicas de Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3300>. Acesso em: 15 out. 2022.

**OLIVEIRA, L. P. Caracterização anatômica, química e nutricional foliar de Poincianella pyramidalis (Tul.) LP Queiroz associada à sua fenofase.** CCA - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), , 2022.

**OLIVEIRA, R. N.; MANCINI, M. C.; OLIVEIRA, F. C. S.; PASSOS, T. M.; QUILTY, B.; THIRÉ, R. M. S. M.; MCGUINNESS, G. B.** FTIR analysis and quantification of phenols and flavonoids of five commercially available plants extracts used in wound healing. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 21, n. 3, p. 767–779, 2016 a. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1517-707620160003.0072>

**OLIVEIRA, R. S.; LUCAS, C. P.; ANTONUCCI, G.; SILVA, F. C.** Compostos bioativos naturais: agentes promissores na redução do estresse oxidativo e processos inflamatórios. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 5, n. 2, p. 16, 2018.

**OLIVEIRA, T. I. F. Efeitos tóxicos de amostras de própolis português: potencial antioxidante e atividades biológicas de extratos e misturas.** 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular) - Universidade do Minho, Portugal, 2015. Disponível em: <https://repository.sudoc.uminho.pt/bitstream/1822/37479/1/T%c3%a2nia%20Isabel%20Fernandes%20de%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2023.

**OLIVEIRA, V. B.; ZUCHETTO, M.; OLIVEIRA, C. F.; PAULA, C. S.; DUARTE, A. F. S.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.** Efeito de diferentes técnicas extractivas no rendimento, atividade antioxidante, doseamentos totais e no perfil por clae-dad de dicksonia sellowiana (presl.). Hook, dicksoniaceae. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 18, p. 230–239, 2016 b. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_106](https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_106)

**OLIVEIRA, V. P.; ESPESCHIT, A. C. R.; PELUZIO, M. C. G.** Flavonóides e doenças cardiovasculares: Ação antioxidante. **Revista Médica de Minas Gerais**, v. 16, n. 4, p. 234–238, [s. d.].

**OZCAN, T.; AKPINAR-BAYIZIT, A.; YILMAZ-ERSAN, L.; DELIKANLI, B.** Phenolics in Human Health. **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, v. 5, n. 5, p. 393–396, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.7763/IJCEA.2014.V5.416>

**PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; AZEVEDO, T. K. B.** Variação no teor de taninos com as fenofases da planta e posições no tronco em árvores de angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Gris.) Alts.). In: Anais do X encontro brasileiro em madeiras e em estruturas de madeira 2006, São Pedro. **Anais [...]**. São Pedro: CEVEMAD: UNESP: IBRAMEM, 2006.

**PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; MEDEIROS NETO, P. N.** Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. **Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 550–555, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/floram.2013.022>

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B.; MORAIS, R. de M.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. cebil (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 441–447, 2010.

PAGARE, S.; BHATIA, M.; TRIPATHI, N.; BANSAL, Y. K. Secondary metabolites of plants and their role: Overview. **Current Trends in Biotechnology and Pharmacy**, v. 9, n. 3, p. 293–304, 2015.

PAVIA, D. L.; LAMPMAN, G. M.; KRIZ, G. S.; VYVYAN, J. R. **Introdução à Espectroscopia**. 2. ed. Boston, Massachusetts, EUA: Editora Cengage, 2015.

PELLETIER, S. W. **Alkaloids: Chemical and Biological Perspectives**. New York, USA: Willey, 2001.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D.; BARBOSA, A. S.; BARBOSA, F. M. Espécies da Caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 509–520, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.024212>

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes Vegetable secondary metabolites and antioxidants benefits. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146–152, 2012.

PIETRELLA, D.; ANGIOLELLA, L.; VAVALA, E.; RACHINI, A.; MONDELLO, F.; RAGNO, R.; BISTONI, F.; VECCHIARELLI, A. Beneficial effect of *Mentha suaveolens* essential oil in the treatment of vaginal candidiasis assessed by real-time monitoring of infection. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v. 11, p. 18, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/1472-6882-11-18>

PINHEIRO, J. C. A. **Avaliação de bioatividades e da ação dos extratos aquosos de folhas e cascas do caule de Ziziphus joazeiro Mart. (Rhamnaceae) em biofilmes microbianos**. 2019. Tese (Doutorado em Etnobiologia e Conservação da Natureza) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2019. Disponível em: <http://www.tede2.ufrrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/8371>. Acesso em: 23 fev. 2022.

PIRES, J. S.; TORRES, P. B.; SANTOS, D. Y. A. C.; CHOW, F. Ensaio em microplaca de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas. **Instituto de Biociências**, Universidade de São Paulo, p. 1-5, 2017

PIZZI, A. Tanin-based adhesives. In: PIZZI, A. (org.). **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York, USA: Marcell Dekker, 1993. p. 177–246.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 1–11, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2005.07.023>

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revista Virtual de Química**, v. 5, n. 1, p. 2–15, 2013.

REGO, E. L. Estudo etnobotânico da utilização do júia ziziphus joazeiro mart.( rhamnaceae) na comunidade do sítio Serra Verde – PE / Ethnobotanic study on the use of júia ziziphus joazeiro mart. (rhamnaceae) in the Serra Verde - PE community. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 6, p. 5801–5810, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.34119/bjhrv2n6-074>

REZENDE, F. M.; ROSADO, D.; MOREIRA, F. A.; CARVALHO, W. R. S. Vias de síntese de metabólitos secundários em plantas. In: HIDALGO, E. M. P. (org.). **VI Botânica no Inverno 2016**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2016. p. 93–104.

RIBEIRO, A. R. S.; DINIZ, P. B. F.; ESTEVAM, C. S.; PINHEIRO, M. S.; ALBUQUERQUE-JÚNIOR, R. L. C.; THOMAZZI, S. M. Gastroprotective activity of the ethanol extract from the inner bark of Caesalpinia pyramidalis in rats. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 147, n. 2, p. 383–388, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.03.023>

RIBEIRO, I. C. O. **Extratos de plantas do Cerrado com eficácia in vitro contra Staphylococcus spp. e Escherichia coli de bovinos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAM-ABCN8K/1/disserta\\_o\\_izabella\\_carolina\\_de\\_oliveira\\_ribeiro.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/NCAM-ABCN8K/1/disserta_o_izabella_carolina_de_oliveira_ribeiro.pdf). Acesso em: 27 jul. 2023.

RIBEIRO, V. P.; ARRUDA, C.; ABD EL-SALAM, M.; BASTOS, J. K. Brazilian medicinal plants with corroborated anti-inflammatory activities: a review. **Pharmaceutical Biology**, v. 56, n. 1, p. 253–268, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13880209.2018.1454480>

RICCI, A.; PARPINELLO, G. P.; OLEJAR, K. J.; KILMARTIN, P. A.; VERSARI, A. Attenuated Total Reflection Mid-Infrared (ATR-MIR) spectroscopy and chemometrics for the identification and classification of commercial tannins. **Applied Spectroscopy**, v. 69, n. 11, p. 1243-1250. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1366/15-07957>

ROCHA, B. R.; MACIEL, E. A.; OLIVEIRA, S. R. M.; TERENCE, Y. S.; SILVA, B. A. Influência dos alimentos funcionais na incidência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). **Intercontinental Journal on Physical Education**, v. 3, n. 1, p. 20, 2021.

ROCHA, F. A. G.; ARAÚJO, M. F. F.; COSTA, N. D. L.; SILVA, R. P. Uso terapêutico da flora na história mundial. **HOLOS**, v. 1, p. 49–61, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.2492>

ROCHA, M. F. G.; SIDRIM, J. J. C. **Micologia Médica à Luz de Autores Contemporâneos**. 1. ed. Barueri, SP: Guanabara Koogan, 2004.

RODRIGUES, A. M. S. **Análise e valorização bioinspirada dos metabólitos secundários responsáveis pela durabilidade natural de madeiras exploradas na Guiana Francesa**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Médicas) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.

RODRIGUES, K. A. F.; DIAS, C. N.; FLORÊNCIA, J. C.; VILANOVA, C. M.; GONÇALVES, J. R. S.; COUTINHO-MOARES D. F. L. Prospecção Fitoquímica e atividade moluscicida de folhas de Momordica charantia L. **Cadernos de Pesquisa**, v.17, n.2p. 69-76. 2010.

RODRIGUES, M. F. **Efeito gastroprotetor e imunomodulador de Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir (Fabaceae)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29921>. Acesso em: 29 nov. 2021.

SÁ-FILHO, G.; SILVA, A. A. I. B.; COSTA, E. M.; NUNES, L. E.; RIBEIRO, L. H. F.; CAVALCANTI, J. R. L. P.; GUZEN, F. P.; OLIVEIRA, L.; CAVALCANTE, J. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, p. e140101321096, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21096>

SALAS, P. M.; CELIZ, G.; GERONAZZO, H.; DAZ, M.; RESNIK, S. L. Atividade antifúngica e flavonóides modificados enzimaticamente isolados de espécies cítricas. **Química Alimentar**, v. 124, p. 1411–1415, 2011.

SALGUEIRO, F. B.; LIRA, A. F.; RUMJANE, V. M.; CASTRO, R. N. Phenolic composition and antioxidant properties of brazilian honeys. **Quim. Nova**, v. 37, n. 5, p.821-826, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20140132>

SALVADOR, J. A. R.; LEAL, A. S.; VALDEIRA, A. S.; GONÇALVES, B. M. F.; ALHO, D. P. S.; FIGUEIREDO, S. A. C.; SILVESTRE, S. M.; MENDES, V. I. S. Oleane-, ursane-, and quinone methide friedelane-type triterpenoid derivatives: Recent advances in cancer treatment. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 142, p. 95–130, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.07.013>

SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; GARIGLIO, M. A.; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010. *E-book*. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/diversos/828-uso-sustentavel-e-conservacao-dos-recursos-florestais-da-caatinga>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SANTOS, C. A.; PASSOS, A. M. P. R.; ANDRADE, F. C.; CAMARGO, E. A.; ESTEVAM, C. S.; SANTOS, M. R. V.; THOMAZZI, S. M. Antinociceptive and anti-inflammatory effects of *Caesalpinia pyramidalis* in rodents. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 6, p. 1077–1083, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2011005000179>

SANTOS, J. R. S.; LOPES, J. R. G.; MEDEIROS, M. A.; CAMPOS, É. M.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. Embryonic mortality and abortion in goats caused by ingestion of *Poincianella pyramidalis*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 38, n. 7, p. 1259–1263, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-5150-pvb-5480>

SANTOS, V. N. C. **Estudo fitoquímico e bioatividade de extratos de Andira retusa (Poir.) Kunth**. 2012. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2012. Disponível em: <https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/2246>. Acesso em: 5 jul. 2022.

SANVIDO, M. E. Avaliação de atividades biológicas de extratos não voláteis de *Baccharis uncinella* obtidos por maceração e por extração com CO<sub>2</sub> supercrítico. **Revista da Graduação**, v. 8, n. 2, p. 21, 2015.

SARAIVA, A. M.; SARAIVA, C. L.; GONÇALVES, A. M.; SOARES, R. R.; MENDES, F. O.; CORDEIRO, R. P.; XAVIER, H. S.; PISCIOTTANO, M. N. C. Antimicrobial activity and bioautographic study of antistaphylococcal components from *Caesalpinia pyramidalis* Tull. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 48, n. 1, p. 147–154, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502012000100016>

SARAIVA, S. R. G. L. **Desenvolvimento de uma formulação cosmética com efeito fotoprotetor e antioxidante de planta nativa da caatinga.** 2017. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/29963>. Acesso em: 1 mar. 2023.

SARTO, C.; SANSÍGOLO, C. A. Cinética da remoção dos extrativos da madeira de *Eucalyptus grandis* durante polpação Kraft. *Acta Scientiarum. Technology*, v. 32, n. 3, p. 227–235, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v32i3.4237>

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. Saponinas. In: SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. (org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 3. ed. Porto Alegre, RS: UFGRS/UFSC, 2001. p. 597–619.

SIKORA, E.; CIEŚLIK, E.; LESZCZYŃSKA, T.; FILIPIAK-FLORKIEWICZ, A.; PISULEWSKI, P. M. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. *Food Chemistry*, v. 107, n. 1, p. 55–59, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.07.023>

SILVA, A. C. D. **Estudo da influência da modificação superficial de nanocristais de celulose no ordenamento molecular do P3HT.** 2019. Dissertação (Mestrado em Materiais para Engenharia) - Universidade Federal de Itajubá, Itabira, MG, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2035>. Acesso em: 7 set. 2022.

SILVA, A. G. D.; VILAR, L. O.; VILAR, V. O.; COELHO, F. P.; ACIOLI, N. R. S.; RAMOS, R. B. G. A.; MOREIRA, J. G.; DIARES, T. R.; SILVA, D. F.; CRUZ, M. S.; MOURA, R. G. O manejo florestal sustentável da Caatinga. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 7, n. 5, p. 872–884, 2021 a. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i5.1299>

SILVA, C. H. T. P. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antimicrobiana, antioxidante e citotóxica de *Sapium glandulosum* (L.) morong e *Caesalpinia pyramidalis* Tul. visando o desenvolvimento de um gel odontológico.** 2012a. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10174>. Acesso em: 3 out. 2022.

SILVA, C. H. T. P.; SOBRINHO, T. J. S. P.; CASTRO, V. T. N. A.; LIMA, D. C. A.; AMORIM, E. L. C. Antioxidant capacity and phenolic content of *Caesalpinia pyramidalis* Tul. and *Sapium glandulosum* (L.) Morong from Northeastern Brazil. *Molecules (Basel, Switzerland)*, v. 16, n. 6, p. 4728–4739, 2011 a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules16064728>

SILVA, E. P. **Potencial Inseticida de Extratos de Três Espécies Vegetais da Amazônia em *Cryptotermes brevis* Walker, 1853 (Isoptera:Kalotemitidae).** 2010. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA, Manaus,

AM, 2010. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/38767>. Acesso em: 29 fev. 2024.

SILVA, F. C.; DUARTE, L. P.; VIEIRA FILHO, S. A. Celastráceas: Fontes de Triterpenos Pentacíclicos com Potencial Atividade Biológica. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 5, p. 1205–1220, 2014.

SILVA, I. D. L. **Desenvolvimento de filmes ativos antimicrobianos e antioxidantes de PVA aditivado com extratos vegetais de plantas do Sertão**. 2021. Tese (Doutorado em Ciência de Materiais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/42177>. Acesso em: 15 jul. 2023.

SILVA, I. D. L.; CAETANO, V. F.; NASCIMENTO, J. A. A.; VINHAS, G. M.; ALMEIDA, Y. M. B. Aplicações da espectroscopia no infravermelho para caracterização de materiais poliméricos: uma revisão. In: MARIANO NETO, M.; BRITO, H. C. (org.). **A produção do conhecimento nas engenharias: novas fronteiras, tecnologias e desafios**. [S. l.]: Ampla, 2021 b. p. 85–99.

SILVA, I. D. L.; OLIVEIRA, F. S. M.; ANDRADE, M. F.; BRITO, A. M. S. S.; HALLWASS, F.; VINHAS, G. M. Avaliação das potencialidades dos extratos vegetais de jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) para uso em embalagens ativas antimicrobianas e antioxidantes. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 26, n. 1, p. e12924, 2021 c. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620210001.1224>

SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, v. 29, n. 3, p. 455–460, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000300013>

SILVA, J. L. S.; CRUZ-NETO, O.; TABARELLI, M.; ALBUQUERQUE, U. P.; LOPES, A. V. Climate change will likely threaten areas of suitable habitats for the most relevant medicinal plants native to the Caatinga dry forest. **Ethnobiology and Conservation**, v. 11, n. 15, p. 24, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15451/ec2022-06-11.15-1-24>

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: a maior região de floresta tropical seca da América do Sul**. Springer, , 2018.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003 a.

SILVA, L. L. H.; OLIVEIRA, E.; CALEGARI, L.; PIMENTA, M. C.; DANTAS, M. K. L. Características Dendrométricas, Físicas e Químicas da *Myracrodruon urundeuva* e da *Leucaena leucocephala*. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, p. 8, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.002216>

SILVA, L. R.; MARTINS, L. V.; CALOU, I. B. F.; DEUS, M. S. M.; FERREIRA, P. M. P.; PERON, A. P. Flavonóides: constituição química, ações medicinais e potencial tóxico. **Acta toxicol. argent**, v. 23, n. 1, p. 36–43, 2015.

SILVA, M. B. T.; COSTA, M. M. M.; TORRES, C. C. S.; GALHARDO, M. C. G.; VALLE, A. C. F.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; SABROZA, P. C.; OLIVEIRA, R. M. Esporotricose urbana: epidemia negligenciada no Rio de Janeiro, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 28, n. 10, p. 1867–1880, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2012001000006>

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 3, p. 669, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n3p669>

SILVA, S. L. C.; BORBA, H. R.; BONFIM, T. C. B.; CARVALHO, M. G.; CAVALCANTI, H. L.; BARBOSA, C. G. Ação anti-helmíntica de extratos brutos de *Andira anthelmia* (Vell.) Macbr. e *Andira fraxinifolia* Benth., em camundongos naturalmente infectados por *Vampirolepis nana* e *Aspiculuris tetraptera*. *Parasitología latinoamericana*, v. 58, n. 1–2, p. 23–29, 2003 b. Disponível em: <https://doi.org/10.4067/S0717-77122003000100004>

SILVA, T. C.; BRAZ, R. L.; ARAUJO, E. C. G.; SILVA, G. A.; PALHA, M. A. P. F. Caracterização química de compostos da casca de espécies da Caatinga. *Floresta*, v. 51, n. 4, p. 893–899, 2021 d.

SILVA, T. C. L. **Avaliação comparativa de cascas e folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart (RHAMNACEAE) em relação aos perfis fitoquímico e toxicológico e as atividades antioxidante e antimicrobiana**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/3346>. Acesso em: 9 fev. 2022.

SILVA, T. C. L.; ALMEIDA, C. C. B. R.; FILHO, J. V.; SOBRINHO, T. J. S. P.; AMORIM, E. L. C.; COSTA, E. P.; ARAÚJO, J. M. Atividades antioxidante e antimicrobiana de *Ziziphus joazeiro* mart. (Rhamnaceae): avaliação comparativa entre cascas e folhas. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 32, n. 2, p. 193–199, 2011 b.

SILVA, V. A. **Avaliação citotóxica e genotóxica de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Mimosaceae)**. 2012b. Dissertação (Mestrado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br>. Acesso em: 13 abr. 2022.

SILVA, V. C. **Metabólitos especiais isolados das raízes de *Andira anthelmia* (VELL.) MACBR., *Andira fraxinifolia* BENTH. (Leguminosae) e das folhas de *Palicourea coriacea* (Cham.) K. Schum. (Rubiaceae)**. 2006. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/handle/jspui/4311>. Acesso em: 27 fev. 2022.

SILVEIRA, M. F. **Influência de metabólitos secundários de madeiras da Caatinga na resistência ao ataque de fungos apodrecedores**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2018.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. F. B. **Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. na germinação de *Lactuca sativa* L.** 2012. [s. l.], 2012. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/12409>. Acesso em: 15 fev. 2023.

SILVÉRIO, F. O. **Caracterização de extractos de madeira de eucalyptus e depósitos de pitch envolvidos na fabricação de celulose e papel.** 2008. Tese (Doutorado em Ciências Química) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-85YUWY/1/tese\\_flaviano\\_oliveira\\_silverio.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA-85YUWY/1/tese_flaviano_oliveira_silverio.pdf). Acesso em: 21 nov. 2022.

SIMOES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P. **Farmacognosia da planta ao medicamento.** Porto Alegre, RS: UFRGS, 2010.

SJOSTROM, E. **Wood Chemistry: Fundamentals and Applications.** New York: Academic Press, 1993.

SOETHE, C.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T.; MARTIN, M. S.; BORTOLINI, A. J. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas “Tupy” e “Guarani” armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 950–957, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800007>

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR., G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 351–355, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000200021>

SOUSA, L. M. S.; SANTOS, B. N. G.; MEDEIROS, M. G. F.; LIMA, I. B. C.; SANTOS-FILHO, F. S.; SANTANA, A. C. S. G. V.; MORENO, L. C. G. A. I.; NUNES, L. C. C. *Poincianella pyramidalis* (Tul) L.P. Queiroz: A review on traditional uses, phytochemistry and biological-pharmacological activities. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 264, p. 113181, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113181>

SOUZA, E. M. **Plantas da caatinga: um olhar multidisciplinar.** Petrolina, PE: IFsertãoPE, 2021. E-book. Disponível em: <http://releia.ifsertao-pe.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/640>. Acesso em: 18 jul. 2023.

SOUZA, J. S.; MORAIS, K. S.; BARROS, N. B.; BARROS, R. R. A incidência de doenças causada por leveduras *Cândida albicans*, *glabrata* e *tropicalis*. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 11, p. 76325–76338, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-374>

SOUZA NETO, M. A. **Ziziphus joazeiro Martius: estudo fitoquímico do extrato hidroetanólico das folhas, fracionamento bioguiado anti-Candida e avaliação do efeito protetor em modelo de doença inflamatória intestinal.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/23707>. Acesso em: 13 nov. 2022.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Cient., Ciênc. biol. saude**, v. 14, n. 4, p. 263–269, 2012.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. M. C. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25–29, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.21800/2317-66602018000400009>

TAIZ, Z.; ZEIGERT, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004.

TAPPI, T. **TAPPI T204: Solvent extractives of wood and pulp**. TAPPI Press, , 1997.

THEAPPARAT, Y.; CHANDUMPAI, A.; LEELASUPHAKUL, W.; LAEMSAK, N. Pyroligneous Acids from Carbonisation of Wood and Bamboo: Their Components and Antifungal Activity. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 27, n. 4, p. 517–526, 2015.

TRONI, L. K. **Estudo sobre o uso do resíduo da etapa de deceragem de óleo de farelo de arroz para a produção de ácidos graxos e álcoois graxos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2013.

VASCONCELOS, J. B.; VASCONCELOS, E. R. T. P. P.; BEZERRA, P. S.; COCENTINO, A. L. M.; NAVARRO, D. M. A. F.; CHOW, F.; FUJII, M. T. Screening for antioxidant capacity of tropical reef seaweeds: prospection for new natural antioxidants. **Tropical Oceanography**, v. 45, n. 2, p. 16–30, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v45i2.237379>

VERPOORTE, R. Methods for the Structure Elucidation of Alkaloids. **Journal of Natural Products**, v. 49, n. 1, p. 1–25, 1986. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np50043a001>

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C. R.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas, RS: Embrapa Clima Temperado, 2010. E-book. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/886074>. Acesso em: 15 jul. 2022.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1209–1214, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400020>

WALLER, S. B.; DALLA LANA, D. F.; QUATRIN, P. M.; FERREIRA, M. R. A.; FUENTEFRIA, A. M.; MEZZARI, A. Antifungal resistance on *Sporothrix* species: an overview. **Brazilian Journal of Microbiology: [publication of the Brazilian Society for Microbiology]**, v. 52, n. 1, p. 73–80, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42770-020-00307-z>

WASTOWSKI, A. D. **Química da madeira**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciênciia, 2018.

WEINSTEIN, M. P.; PATEL, J. B. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: M07-A11**. 11. edition ed. Wayne, PA: Committee for Clinical Laboratory Standards, 2008. (Documents / Clinical and Laboratory Standards Institute 38,2).

WYKOWSKI, R. **Saponinas: uma promessa da ciência contra o câncer**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2012.

XU, F.; YU, J.; TESSO, T.; DOWELL, F.; WANG, D. Qualitative and quantitative analysis of lignocellulosic biomass using infrared techniques: A mini-review. **Applied Energy**, v. 104, p. 801–809, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.12.019>

ZAYACHKIVSKA, O. S.; KONTUREK, S. J.; DROZDOWICZ, D.; KONTUREK, P. C.; BRZOZOWSKI, T.; GHEGOTSKY, M. R. Gastroprotective effects of flavonoids in plant extracts. **Journal of Physiology and Pharmacology: An Official Journal of the Polish Physiological Society**, v. 56 Suppl 1, p. 219–231, 2005.