



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**JAQUELINE RIBEIRO DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BIOLÓGICA DA BARAÚNA  
(*Schinopsis brasiliensis* Engl.)**

**SÃO CRISTÓVÃO  
2023**

**JAQUELINE RIBEIRO DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BIOLÓGICA DA  
BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engl.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Sergipe como requisito à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia.

**Orientador:** Prof. Dr. Charles dos Santos Estevam

**SÃO CRISTÓVÃO  
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

J58a Jesus, Jaqueline Ribeiro de.  
Avaliação da atividade biológica da Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) / Jaqueline Ribeiro de Jesus ; orientador Charles dos Santos Estevam. – São Cristóvão, SE, 2023.  
42 f.; il.

Dissertação (mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de Sergipe, 2023.

1. Biotecnologia. 2. *Schinopsis brasiliensis*. 3. Antioxidante. 4. Fenóis. 5. Biomas. 6. Ecologia da caatinga. I. Estevam, Charles dos Santos, orient. II. Título.

CDU 582.677.2

**JAQUELINE RIBEIRO DE JESUS**

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE BIOLÓGICA DA  
BARAÚNA (*Schinopsis brasiliensis* Engl.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal de Sergipe como requisito à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2023

**Orientador: Prof. Dr. Charles dos Santos Estevam**

UFS

**1º Examinador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Brancilene Santos de Araujo**

PROBIO – UFS

**2º Examinador: Prof. Dr. Samuel Bruno dos Santos**

DMO - UFS

Aos amores da minha vida, meus pais Manoel Nelson e Josefa Ribeiro, e meus irmãos Ediclecio, Eduardo, Mariana e Sueny, pelo amor, confiança e por terem contribuído de maneira decisiva nesta grande e gratificante conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conduzir nesta trajetória com sabedoria.

O meu imenso agradecimento aos meus pais, Josefa Cardoso e Manoel Nelson. Aos meus irmãos, Eduardo, Ediclecio; às minhas irmãs, Mariana e Sueny, que com tanto amor me deram o suporte e o conforto para eu completar esse objetivo da minha vida.

Ao meu namorado Luis Fernando, por toda a força, incentivo e carinho.

Ao professor e orientador Dr. Charles dos Santos Estevam, pela oportunidade e confiança, pelo empenho e participação, essenciais para que fosse possível a concretização deste trabalho.

À professora Dra. Brancilene, meu muito obrigada pela oportunidade e pelos ensinamentos.

Ao professor Dr. Samuel, por todos os ensinamentos e contribuições.

Aos demais professores que compartilharam ensinamentos.

À coordenadora do programa de pós-graduação em Biotecnologia, Profa. Dra. Carla Maria.

Aos colegas de laboratório, em especial Cirlane e Ariel Graça. Ao Anthony, pelos ensinamentos no laboratório de microbiologia. Vocês são pessoas de luz, meu muito obrigado.

Agradeço à Universidade Federal de Sergipe, pela oportunidade de ingressar na vida acadêmica no programa de pós-graduação.

A todos os funcionários do programa de pós-graduação em Biotecnologia.

A todos os que contribuíram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

JESUS, Jaqueline Ribeiro de. Orientador: Charles dos Santos Estevam. **Avaliação da atividade biológica da Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.)**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia (PROBIO), 2023.

## RESUMO

As plantas são usadas pelo homem desde a antiguidade para tratar doenças. Nesse contexto, a espécie *Schinopsis brasiliensis* Engl. árvore endêmica do semi-árido encontrada no bioma Caatinga, é usada pela população em razão de suas propriedades antiinflamatórias. Estudos já demonstraram atividades antimalárica, antifúngica, antinociceptiva, antiinflamatória, fotoprotetora, citotóxica, larvicida, antioxidante e antimicrobiana de diversas partes da planta a partir, principalmente, de extratos etanólicos, metanólicos e óleos essenciais, mas não há registro de estudos com frações mais purificadas dos mesmos. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a fração acetato de etila da *S. brasiliensis* para identificar as classes de metabólitos secundários presentes nos mesmos pela prospecção fitoquímica, determinar o teor de fenóis e flavonóides totais e suas atividades antioxidante e antimicrobiana. A prospecção fitoquímica da fração acetato de etila, usando métodos colorimétricos e de precipitação, revelou a presença de metabólitos dos grupos alcaloides, antocianinas, catequinas, flavonoides, leucoantocianidinas, saponinas, taninos, triterpenóides. O teor de fenóis e flavonóides totais, respectivamente, foi de  $807,28 \pm 0,002$  mg EAG/g e  $218,14 \pm 0,01$  mg EQ/g. Quanto a atividade antioxidante pelo método DPPH, foi observado um IAA de  $4,3 \pm 0,01$  e  $IC_{50}$  de  $9,49 \pm 0,01$   $\mu\text{g/mL}$ . Na análise da atividade antimicrobiana, observou-se que as bactérias *Streptococcus pyogenes* e *Klebsiella rhinoscleromatis* foram resistentes a fração acetato de etila, com halos de inibição do crescimento de 8mm. As bactérias *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli* e *E. coli* derivada apresentaram um halo de inibição de 10 mm, sendo assim classificadas como de sensibilidade intermediária, enquanto a *Staphylococcus epidermidis* apresentou o maior halo de inibição com 20 mm, mostrando sua alta sensibilidade a fração. Quanto as concentrações inibitórias mínimas (CIM), a bactéria *S. epidermidis* não cresceu em nenhuma das concentrações testadas, sendo que sua CIM foi de  $1,68 \mu\text{g.mL}^{-1}$ . As bactérias *S. agalactiae*, *E. coli*, *E. coli* derivada e *K. rhinoscleromatis* apresentaram CIM de  $6,75 \mu\text{g.mL}^{-1}$ , enquanto a *S. pyogenes* teve o valor mais alto de CIM em  $12,5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ . Desse modo, a fração acetato de etila exibiu diversos metabólitos secundários e mostrou atividade antioxidante e antimicrobiana, demonstrando seu potencial para futuros estudos que avaliem sua composição química mais detalhadamente, determinando os compostos presentes na fração, bem como estudos pré-clínicos e eventualmente clínicos sobre as suas propriedades.

**Palavras-chave:** *Schinopsis brasiliensis*. Antioxidante. Antimicrobiano. Compostos fenólicos. Metabólitos.

JESUS, Jaqueline Ribeiro de. Tutor: Charles dos Santos Estevam. **Evaluation of *Schinopsis brasiliensis*' biological activity.** Master's degree dissertation, Post-graduate program in Biotechnology (PROBIO), 2023.

## **Abstract**

Plants have been used by humanity since ancient times to treat diseases. In this context, species *Schinopsis brasiliensis* Engl, an endemic semi-arid tree found in the Caatinga biome, is used by the population due to its anti-inflammatory properties. Studies have already demonstrated antimalarial, antifungal, antinociceptive, anti-inflammatory, photoprotective, cytotoxic, larvicidal, antioxidant and antimicrobial activities of various parts of the plant, mainly from ethanolic, methanolic and essential oil extracts, but there are no records of studies with more purified fractions of these extracts. Thus, the present study aimed to evaluate the ethyl acetate fraction of *S. brasiliensis* to identify the classes of secondary metabolites present in it by phytochemical prospection, determinate the total phenol and flavonoids contents and its antioxidant and antimicrobial activities. The phytochemical prospection of the ethyl acetate fraction, using colorimetric and precipitation methods, revealed the presence alkaloid, anthocyanins, catechins, flavonoids, leucoanthocyanidins, saponins, tannins and triterpenoids. The content of total phenol and flavonoids, respectively, was  $807.28 \pm 0.002$  mg EAG/g and  $218.14 \pm 0.01$  mg EQ/g. As for the antioxidant activity by the DPPH method, an IAA of  $4.3 \pm 0.01$  and  $IC_{50}$  of  $9.49 \pm 0.01$   $\mu\text{g/mL}$  were observed. In the analysis of the antimicrobial activity, it was observed the bacteria *Streptococcus pyogenes* and *Klebsiella rhinoscleromatis* were resistant to the ethyl acetate fraction, with halos of growth inhibition of 8mm. Bacteria *Streptococcus agalactiae*, *Escherichia coli* and *E. coli* derived showed an inhibition halo of 10 mm, thus being classified as having intermediate sensitivity, while *Staphylococcus epidermidis* had the largest inhibition halo of 20 mm, showing its high sensitivity to the fraction. As for the minimum inhibitory concentrations (MIC), *S. epidermidis* did not grow in any of the tested concentrations, and its MIC was  $1.68 \mu\text{g.mL}^{-1}$ . *S. agalactiae*, *E. coli*, *E. coli* derived and *K. rhinoscleromatis* had MICs of  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , while *S. pyogenes* showed the highest MIC value at  $12.5 \mu\text{g.mL}^{-1}$ . Thus, the ethyl acetate fraction exhibited several secondary metabolites and showed antioxidant and antimicrobial activity, demonstrating its potential for future studies that evaluate its chemical composition in more detail, determining the compounds present in the fraction, as well as preclinical and eventually clinical studies on its properties.

**Keywords:** *Schinopsis brasiliensis*. Antioxidant. Antimicrobial. Phenolic compounds. Metabolites.

## SUMÁRIO

**Lista de Figuras**

**Lista de Tabelas**

**Lista de Abreviaturas e Siglas**

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Importância das Plantas Medicinais.....	3
2.2 Bioma Caatinga.....	5
2.3 Família Anacardiaceae.....	6
2.4 Gênero <i>Schinopsis</i> .....	7
2.5 Baraúna ( <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.).....	7
2.5.1 Compostos Secundários.....	10
2.6 Atividade Antimicrobiana.....	14
2.7 Atividade Antioxidante.....	15
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>17</b>
3.1 Geral.....	17
3.2 Específicos.....	17
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>18</b>
4.1 Coleta e Identificação do Material Vegetal.....	18
4.2 Preparo do Extrato.....	18
4.3 Prospecção Fitoquímica .....	18
4.3.1 Teste para Flavonoides.....	18
4.3.2 Teste para Fenóis e Taninos.....	19
4.3.3 Teste para Leucoantocianidinas e Catequinas.....	19
4.3.4 Teste para Catequinas (derivados de taninos condensados).....	19
4.3.5 Teste para antocianinas.....	20
4.3.6 Teste para Saponinas.....	20
4.3.7 Teste para Esteróides e Triterpenóides.....	20

4.3.8 Teste para Alcaloides.....	21
4.4 Quantificação dos Fenóis Totais (FT).....	21
4.5 Quantificação de Flavonoides Totais (FLT).....	22
4.6 Avaliação da atividade antioxidante.....	22
4.6.1 Método através do radical DPPH.....	22
4.7 Atividade Antimicrobiana.....	23
4.7.1 Teste de difusão em ágar.....	23
4.7.2 Determinação da Concentração Inibitória Mínima (CIM).....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>25</b>
5.1 Rendimento do Extrato.....	25
5.2 Prospecção Fitoquímica.....	25
5.3 Quantificação dos Fenóis Totais (FT).....	26
5.4 Quantificação do Teor Total de Flavonoides Totais (FLT).....	28
5.5 Avaliação da Atividade Antioxidante - Através do Método Radical DPPH.....	29
5.6 Atividade Antimicrobiana.....	30
5.6.1 Difusão em ágar.....	30
5.6.2 Concentração Inibitória Mínima (CIM).....	31
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>7 PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa do bioma caatinga.....	5
Figura 2	Locais identificados de ocorrência natural de Baraúna ( <i>Schinopsis brasiliensis</i> ), no Brasil.....	8
Figura 3	Fotos de <i>S. brasiliensis</i> . <b>A.</b> Hábito. <b>B.</b> Folha e flores. <b>C.</b> Frutos.....	9
Figura 4	Principais fatores que podem influenciar na produção dos metabólitos secundários.....	11
Figura 5	Fenóis totais do extrato em $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ .....	27
Figura 6	Flavonoides totais do extrato em $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ .....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Atividades biológicas de <i>S. brasiliensis</i> .....	13
Tabela 2	Constituintes químicos presentes na fração acetato de etila na entrecasca de <i>S. brasiliensis</i> .....	25
Tabela 3	Atividade antioxidante da fração acetato de etila da entrecasca de <i>S. brasiliensis</i> .....	29
Tabela 4	Diâmetro do halo de inibição (mm) da fração acetato de etila de <i>S. brasiliensis</i> .....	30
Tabela 5	Concentração inibitória mínima (MIC) da fração acetato de etila de <i>S. brasiliensis</i> .....	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Ácido gálico
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sódio
R <sup>2</sup>	Coeficiente de correlação
Cl <sub>50</sub>	Concentração efetiva de extrato
CIM	Concentração inibitória mínima
DPPH	1,1-diphenil-2-picrilhidrazol
EAG	Equivalentes de ácido gálico
FAE	Fração Acetato de Etila
FT	Fenóis totais
FT	Flavonoides totais
IAA	Índice de atividade antioxidante
MeOH	Metanol
nm	Nanômetros
OMS	Organização Mundial de Saúde
UV-VIS	Ultravioleta-Visível

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais têm relevância nos mais diversos aspectos da sociedade e seu contexto de utilização é relatado desde a pré-história até a contemporaneidade. Desde a antiguidade as plantas medicinais eram utilizadas para tratamento de enfermidades, e, com isso, a descoberta de propriedades biológicas ativas direciona a presença de diversos compostos bioativos contribuindo para a busca de fontes naturais (SILVA *et al.*, 2017).

Atualmente, substâncias presentes em plantas são alternativas viáveis para o tratamento de doenças. Nesse contexto, a baraúna (*S. brasiliensis* Engl.) é uma planta nativa do bioma caatinga e uma árvore endêmica do semi-árido do Nordeste, utilizada na medicina popular para fins antiinflamatórios, em geral, como gripe, febre, tosse, diarréia, disenteria, fraturas (SETTE-DE-SOUZA *et al.*, 2020). Pesquisas mostraram a presença de taninos, polifenóis, flavonoides dentre outros na planta *S. brasiliensis* (FERNANDES *et al.*, 2015). De acordo com Saraiva *et al.* (2011), o extrato de *S. brasiliensis* possui atividade antioxidante e antimicrobiana.

As regiões semiáridas caracterizam-se por secas prolongadas, irregularidade pluviométrica, vegetação de plantas xerófilas, as quais têm a capacidade de armazenar água. Nesse contexto, o semiárido apresenta uma grande diversidade de plantas medicinais com potencialidades. Contudo, a caatinga é um bioma que sofre degradação e, por conseguinte, acaba acarretando em problemas com relação à desertificação da caatinga e à extinção de espécies nativas de plantas para a contribuição medicinal (SOUZA; ARTIGAS; LIMA, 2015).

A caatinga é um bioma que vem demonstrando potencialidade com fonte de recursos farmacológicos, isso através de estudos atrelados à correta identificação e comprovação das propriedades medicinais das plantas nativas da caatinga. Por isso, é importante a sua conservação, sobretudo, pelas ações antrópicas em que as espécies vêm sofrendo com o processo de extinção. Assim, as atividades antimicrobiana e antioxidante necessitam de mais estudos científicos que justifiquem o uso do composto que possui substâncias biológicas ativas e seja de fácil reprodução (SOUZA *et al.*, 2022).

As atividades antimicrobiana e antioxidante da *S. brasiliensis* são as que mais se destacam, especialmente em extratos da folha, além da casca do seu caule (SOUZA *et al.*, 2017). Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a Fração Acetato de Etila (FAE) da *S. brasiliensis* em relação à identificação de seus metabólitos através da prospecção fitoquímica, determinação do teor de compostos fenóis totais e flavonoides totais, e sua atividade antioxidante e antimicrobiana. A pesquisa foi realizada na fração acetato de etila, dando continuidade em trabalhos já realizados no laboratório de Química de Produtos Naturais e Bioquímica (LQPNB). Ressaltamos que para este estudo não foram utilizados animais como cobaias. Assim, a planta apresenta atividades biológicas bastante estudada, entretanto necessita de mais pesquisas que enfatizem seus componentes, para proporcionar novas descobertas que beneficiem à população, já que a planta apresenta potencial biológico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Importância das Plantas Medicinais

Planta medicinal pode ser entendida como espécie vegetal, possuindo substâncias com caráter terapêutico. Nesse sentido, a sua utilização deve ser de forma racional, pela possibilidade de ter contraindicações, necessitando de aprofundamento com relação a suas propriedades farmacológicas de uso. Além do mais, durante a evolução humana, ela foi usada como um dos primeiros recursos terapêuticos pelos povos (ALMEIDA, 2011).

Com os avanços tecnológicos, há um incentivo crescente em pautar cada vez mais tal conhecimento no saber científico, como garantia de desenvolvimento socioeconômico e segurança ambiental. Paralelamente, através do uso dessas espécies vegetais, tem-se o objetivo de obter práticas do consumo de fitoterápicos, mediante as substâncias ativas terapêuticas (MAGALHÃES; BANDEIRA; MONTEIRO, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% da população dos países em desenvolvimento utilizam práticas tradicionais nos seus cuidados básicos de saúde e 85% usam plantas medicinais ou preparações dessas (SOUZA *et al.*, 2013).

A partir dos povos primitivos e indígenas, surge o interesse para o desenvolvimento de pesquisa em produtos naturais e o descobrimento de substâncias tóxicas e medicamentos ao longo do tempo. Ademais, a descoberta de princípios ativos naturais consiste, principalmente, na associação entre a química e a farmacologia (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998). Neste viés, as plantas medicinais têm potencialidade, uma vez que são capazes de produzir substâncias biologicamente ativas. Assim, desde a antiguidade, já é relatado o uso para o tratamento de diversas doenças (VIEGAS JUNIOR; BOLZANI, 2006).

Outrossim, a fitoterapia é estabelecida como a terapêutica caracterizada pelo uso de plantas medicinais em suas divergentes formas farmacêuticas, a qual não se utiliza de substâncias ativas isoladas, mesmo que de origem vegetal, conforme a Portaria nº 971/2006 (CRUZ; GONÇALVES, 2022). Desse modo, mesmo com o

advento do desenvolvimento dos fármacos sintéticos, as plantas medicinais são fontes de alternativa para o tratamento em várias partes do mundo, de maneira que se observa nas últimas décadas uma valorização das preparações de compostos a base de plantas para fins terapêuticos (BADKE *et al.*, 2012).

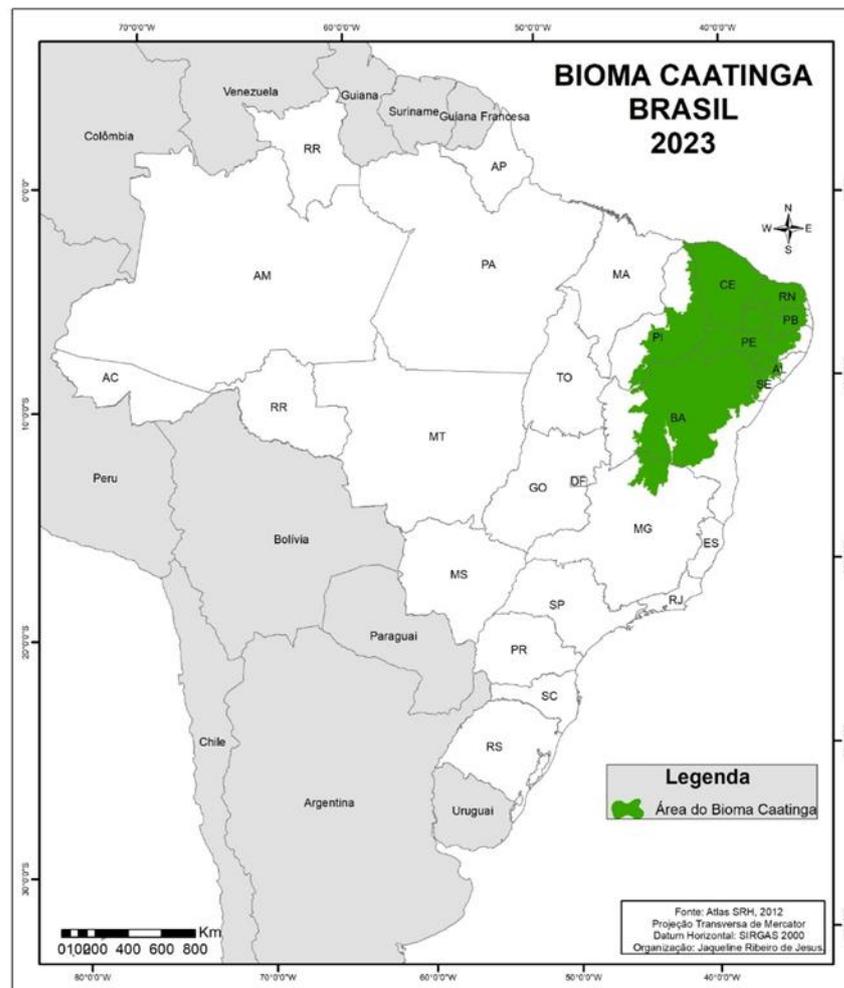
Assim, a utilização de plantas medicinais no tratamento de doenças retoma a antiguidade e os estudos contribuem para o entendimento através do isolamento dos compostos para análise da possibilidade de substâncias ativas benéficas ao ser humano (REMPEL *et al.*, 2019). Em 2006, foram criadas a Política Nacional juntamente com Práticas Integrativas e Complementares e a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, para o Sistema Único de Saúde (SUS) (FIGUEREDO; GURGEL; GURGEL JUNIOR, 2014).

A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos criada em 2006 e o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, em 2008, têm como premissa assegurar à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos (BRASIL, 2016). Além disso, a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde (SUS), aprovada pelo Ministério da Saúde, explana a área de plantas medicinais e fitoterapia como um fator crucial para o tratamento de agravos à saúde (BRASIL, 2006). Permitindo, assim, o uso seguro atendendo às normas de maneira racional e correta para fins medicinais (PEDROSO; ANDRADE; PIRES. 2020).

Em 2008, o Ministério da Saúde (MS) do Brasil criou o Comitê Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, permitindo a garantia de acesso a plantas medicinais e fitoterápicos e serviços relacionados ao SUS, com atribuição de monitorar e avaliar o Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, e, em 2010, instituiu a Farmácia Viva através da Portaria MS nº 886, de 22 de abril de 2010, que, definitivamente, inseriu a fitoterapia no SUS, visando garantir à população o acesso seguro, incentivar o fortalecimento da agricultura familiar e o desenvolvimento tecnológico e industrial da saúde (BRASIL, 2008).

## 2.2 Bioma Caatinga

O bioma da caatinga é exclusivamente brasileiro, localizado na região Nordeste e parte no estado de Minas Gerais (Figura 1), com características de uma flora resistente à seca (LUNA *et al.*, 2022). Além disso, possui aspectos peculiares, a saber: irregularidade pluviométrica, vegetação espinhosa, presença de espécies caducifólia, com pouca retenção de água nos solos, isso devido à má distribuição de chuvas. A cobertura vegetal é representada por formações xerófilas muito diversificadas, um bioma que possui espécies endêmicas e apresenta potencial medicinal, o qual é rico em biodiversidade, possuindo assim uma grande diversidade de plantas medicinais a ser explorada para fins científico, dado que ainda são pouco estudadas (MESQUITA; PINTO; MOREIRA. 2017).



**Figura 1:** Bioma da caatinga.  
**Fonte:** Atlas SRH, 2012.

Considerando sua biodiversidade e características específicas, assim como suas particularidades, como: temperaturas elevadas, baixos índices pluviométricos anuais, ventos fortes e secos, é possível encontrar diferentes espécies neste bioma, os quais não são encontrados em outros, além de serem plantas com potencial terapêutico e farmacológico (VALE *et al.*, 2022).

Dessa maneira, há necessidade de aprofundamento de estudos dessas plantas, ainda desconhecidas, mas que podem produzir metabólitos secundários com potencial farmacêutico e que contribui para a saúde pública. Plantas com atividades fitoterápicas são encontradas em diversas famílias botânicas, destacando-se, entre as angiospermas, as famílias *Anacardiaceae*, *Myrtaceae*, *Moraceae*, *Canellaceae* e *Asclepiadaceae*, dentre outras (MESQUITA; PINTO; MOREIRA, 2017).

### 2.3 Família *Anacardiaceae*

*Anacardiaceae* tem sua família composta por cerca de 80 gêneros e 600 espécies, sendo da ordem *Sapindales*. Os seus gêneros são subdivididos em cinco tribos (*Anacardiaceae*, *Dobineae*, *Rhoeae*, *Semecarpeae* e *Spondiadeae*). As espécies frutíferas dessa família são a manga (*Mangifera indica*), originária da Ásia, e o caju (*Anacardium occidentale*), nativo do Brasil (CERUKS *et al.*, 2007).

No semiárido brasileiro, a família *Anacardiaceae* tem importância social e econômica, uma vez que faz parte de frutíferas e espécies com grande potencial madeireiro e medicinal dos gêneros *Schinus* e *Myracrodruon*. A família apresenta importância econômica, desde a sua utilização com seus frutos comestíveis, a exemplo do uso como madeira e ornamentos, a exemplo do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), do qual obtém-se, também, a castanha-de-caju (SANTOS; BORBA; QUEIROZ, 2008).

Estudos na literatura mostram que espécies da família *Anacardiaceae* têm se mostrado promissoras na busca de substâncias bioativas. Nesse contexto, o gênero *Schinopsis* é constituído basicamente por 14 espécies e sua utilização está associada ao uso de sua madeira no meio rural. Conforme o estudo, atividades biológicas já foram identificadas com destaque para a família *Anacardiaceae*, relatando propriedades antioxidantes (SARAIVA *et al.*, 2011).

Assim, Costa *et al.* (2021), realçam substâncias, como o ácido gálico e isotachioside, e as substâncias como 3,4-dihidroxifeniletanol-5-β-D-glicosídeo e 5-hidroxi-4-metoxibenzoico-3-O-p-D glicosídeo do ácido benzóico. Saraiva *et al.* (2020) relatam que na planta tem sido identificado e/ou isolado a partir das folhas e caule de *S. brasiliensis* os seguintes metabolitos secundários: ácido gálico, galato de metila, quercetina, quercetina-3-O-β-D-xilopiranoside 5,6,7,8,3, 4'-hexahidroxi-flavonol, 5,7,4',5'-tetrahidroxiflavon-3'-o-β-D-glicopiranosídeo, megastigmona, gallic acid 4-O-b-D-glucopyranoside, gallic acid 4-O-b-D-(6-O-galloyl)-glucopyranoside, ethyl-O-b-D-(6'-Ogalloyl)-glucopyranoside, 2-hydroxy-4-methoxyphenol, 2-hydroxy-4-methoxyphenol 1-O-b-D-(6'-O-syringoyl) - glucopyranoside, ácido elágico, 5,6,7,8,3',4'-hexahidroxi-flavonol, aquil e alquenil fenóis, β-sitosterol, estigmast-4-en-3-ona, estigmast-4-em-ona-6-β-ol, entre outros.

#### 2.4 Gênero *Schinopsis*

O gênero *Schinopsis* é constituído por 14 espécies, sendo que a sua utilização está associada ao uso madeireiro nos meios rurais e urbanos para curtimento de couro ou na indústria madeireira devido à resistência à degradação por umidade, ou ao ataque de insetos e radiação ultravioleta (WILLIAMS; MILLER; GNAGSTAD, 2001). De acordo com Santos *et al.* (2018), esse gênero tem diversos compostos bioativos, tais como compostos fenólicos, flavonoides, taninos, triterpenos, além de apresentar diversas atividades biológicas, como anti-inflamatória, antimicrobiana, antioxidante, fotoprotetora, larvicida, moluscida, neuroprotetora, etc.

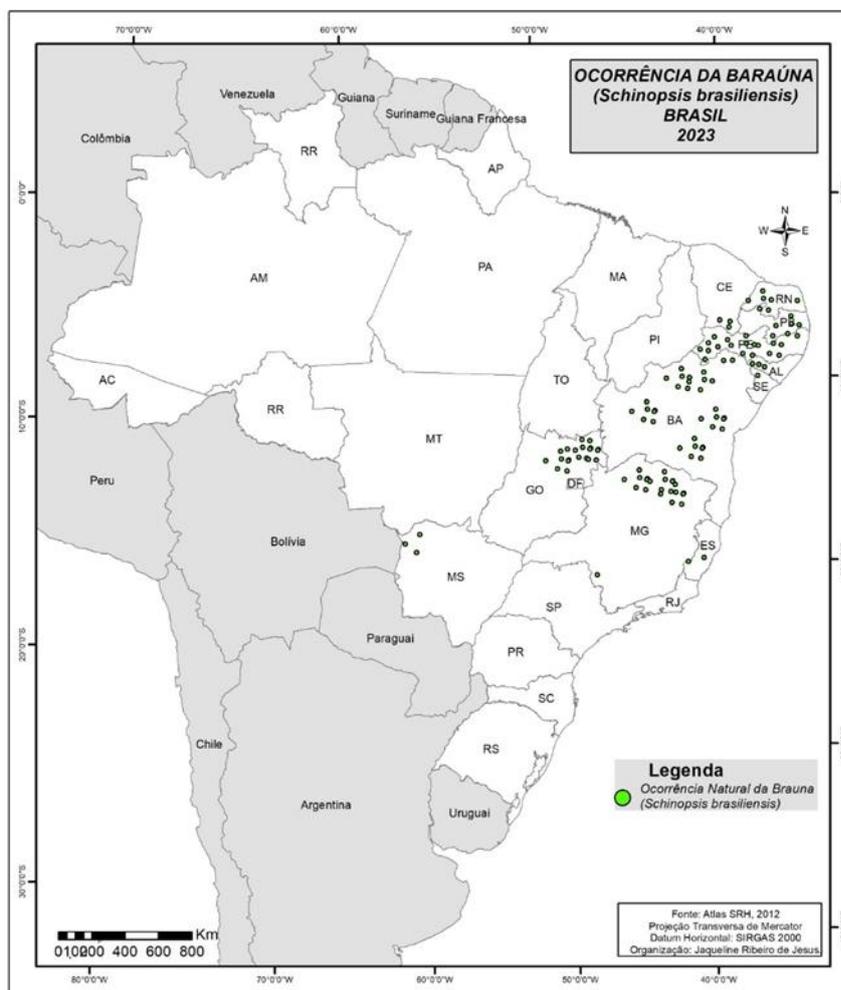
#### 2.5 Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.)

Popularmente conhecida como baraúna, braúna, baraúna-do-sertão, coração-de-negro, maria-preta-da-mata, quebracho ou ubirarana, do gênero *Schinopsis*, pertencente à família *Anacardiaceae*. A baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.) é considerada uma árvore típica do bioma caatinga e endêmica do Nordeste brasileira, a qual pode alcançar 10-12 metros de altura (BRITO *et al.*, 2020).

A utilização da planta baraúna na medicina popular destaca-se em determinadas partes da árvore, como as folhas, casca, caule, entrecasca, resina e

frutos de *S. brasiliensis*, usados como anti-inflamatório, no tratamento de gripe, febre, tosse, diarreia, disenteria e fraturas. Ademais, no combate das diversas inflamações, em geral, incluindo dor de dente, e assim contribuindo para a melhoria da saúde pública da população (SETTE-DE-SOUZA *et al.*, 2020).

Ademais, suas distribuições ocorrem nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do país, sendo que essa planta possui característica da vegetação caatinga (Figura 2). Agregando valor econômico para a região Nordeste, é amplamente utilizada na medicina tradicional para fins anti-inflamatórios, analgésicos, hemostáticos, antissépticos e antimicrobianos, tendo potencialidade para uso medicinal (MEDEIROS; ALENCAR; FELISMINO, 2018).

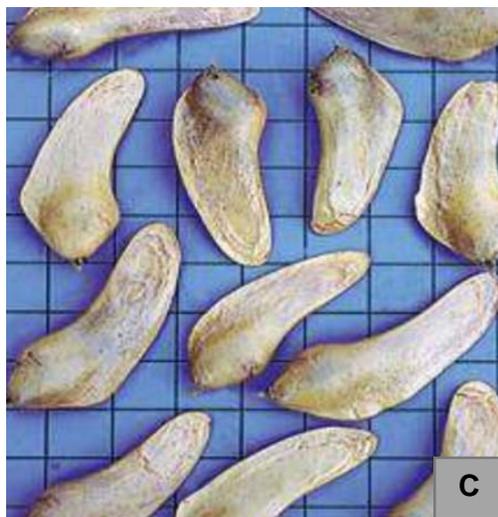


**Figura 2:** Locais de ocorrência natural da Baraúna (*Schinopsis brasiliensis*), no Brasil.  
**Fonte:** Atlas SRH, 2012.

É considerada uma planta decídua, heliófita e seletiva higrófila, características de várzeas da região semiárida. As flores da baraúna são pequenas, apresentam coloração creme e formato raso campanulado. Em suas flores femininas, o gineceu é

formado por um ovário pequeno, estilete único, estigma trifido e o androceu é composto por cinco estames estéreis (KIILL; LIMA, 2011).

Destarte, a baraúna (Figura 3) é uma árvore com comportamento decíduo, sendo considerada uma das maiores árvores do bioma caatinga (CARVALHO, 2009). Apresenta copa arredondada e densa, com características botânicas de tronco cilíndrico, casca áspera de cor cinza-escura, flores em panículas, enquanto os frutos são vagens cobertas por pelos finos e com uma única semente. Com relação à sua fenologia, ela floresce geralmente no final da estação chuvosa, variando de região, por isso não tem uma época definida e exata da floração da espécie; sua madeira possui particularidades de ser excelente para uso externo e muito utilizada para construções rurais, como moirões (LORENZI, 1949).



**Figura 3:** Fotos de *S. brasiliensis*. A. Hábito. B. Folha e flores. C. Frutos  
**Fonte:** Wilson Araújo Lopes (2020), figuras B e C.

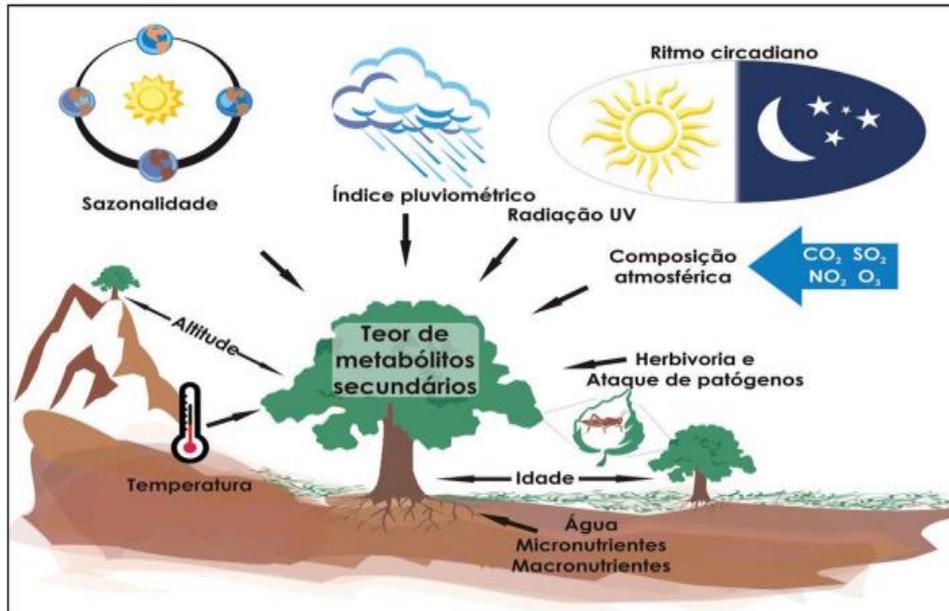
A espécie *S. brasiliensis* possui atividades biológicas comprovadas cientificamente, como antinociceptiva, anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e fotoprotetora. As investigações fitoquímicas indicam a presença de taninos, flavonoides, fenóis, saponinas, triterpenos, quinonas, alcaloides, polifenóis, ácido gálico, taninos condensados e ácido fenólico, contribuindo para os estudos futuros, já que é evidenciado a necessidade de estudar, de maneira mais aprofundada, as suas moléculas (LINHARES *et al.*, 2022).

Sette-de-Souza *et al.* (2020) enfatizam também seu uso popular, destacando-se pela utilização das folhas, entrecasca, resina e fruto de *S. brasiliensis*, indicados mediante a medicina popular para o tratamento da gripe, febre, tosse, diarreia, disenteria, dentre outros. Assim, é possível perceber a sua eficácia, sobretudo, devido à sua ação biológica ser ativamente benéfica ao tratamento de tais enfermidades, proporcionando melhorias.

#### 2.5.1 Compostos secundários

Os metabólitos secundários extraídos das plantas são subdivididos em três classes principais: terpenoides, alcaloides e compostos fenólicos, os quais são obtidos pelo metabolismo da glicose em duas vias de base principais: via do ácido chiquímico e via do acetato (acetil-CoA) (BARRETO; GASPI; OLIVEIRA, 2020). Os metabólitos secundários presentes nas plantas exibem uma série de substâncias de interesse que contribuíram para o desenvolvimento de fármacos terapêuticos (SÁ-FILHO *et al.*, 2021).

Na produção dos metabólitos (Figura 4), diversos fatores influenciam, como o período de coleta do material vegetal, a sazonalidade, o índice pluviométrico, a radiação UV, a composição atmosférica, a altitude, a temperatura, a idade da planta, a água, além da nutrição de micronutrientes e macronutrientes, o que justifica a produção ser diferente de cada espécie de planta. Esses compostos são de ampla utilidade, servindo como base para o desenvolvimento e a produção de fármacos, produtos agroquímicos, alimentos entre outros. Dessa maneira, contribuem para o desenvolvimento de processos biotecnológicos (BARRETO; GASPI; OLIVEIRA, 2020).



**Figura 4:** Principais fatores que podem influenciar na produção dos metabólitos secundários  
**Fonte:** Gobbo Neto & Lopes (2007).

As espécies vegetais produzem compostos metabólitos que resultam em uma grande diversidade de produtos químicos que podem ser classificados como metabólitos primários e secundários. Assim, o metabolismo primário das plantas está associado a todos os processos fotossintéticos que originam a formação de ácidos carboxílicos do ciclo de Krebs,  $\alpha$ - aminoácidos, hidratos de carbono, ácido graxos, proteínas e ácidos nucléicos, todos envolvidos nos processos vitais e importantes para as plantas. Já os metabólitos secundários são específicos de cada espécie, e determinadas plantas podem apresentar diferentes substâncias biologicamente ativas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

De acordo com Barros *et al.* (2021), devido à presença de compostos bioativos em determinadas espécies de plantas, há um menor custo de produção. Nesse contexto, temos como exemplo, os quimioterápicos para o câncer, a vimblastina e a vincristina, extraídas da *Catharanthus roseus*. Ademais, o etoposídeo, o teniposídeo e o taxol são considerados importantes fármacos por beneficiarem a população, bem como pelo interesse da indústria farmacêutica, tornando assim pertinente seu uso em escala industrial e no desenvolvimento de fármacos, dado que há estudos científicos comprovando sua aplicabilidade. Com isso, a aplicação dos compostos bioativos como agentes antioxidantes e antimicrobianos, tem gerado perspectivas na produção de fármacos eficazes atuando como potencialidade de novas substâncias que visem contribuir para o bem-estar da população (VIEGAS JUNIOR; BOLSANI, 2006).

Na literatura os extratos hexânicos e clorofórmicos do caule de *S. brasiliensis* já têm sido isolados aquil e alquenil fenóis, lignanas, esteróides ( $\beta$ -sitosterol, estigmast-4-en-3-ona, estigmast-4-en-ona-6- $\beta$ -ol e 5 $\alpha$ , 8 $\alpha$ -epidioxi ergosta-6,22-dien-3 $\beta$ -ol), assim como triterpenos (CARDOSO, 2001; CARDOSO *et al.*, 2005).

Já em referência à parte da folha da mesma planta foram isolados e identificados compostos, como a quercetina, megastigmona, 5,6,7,8,3',4'-hexahidroxiflavonol, galato de metila, ácido elágico e ácido gálico (MOREIRA, 2009; SOUZA, 1990).

Em pesquisas realizadas por Chaves *et al.* (2011), foi verificada a presença de compostos químicos, como os taninos pirogálicos, fenóis, flavonoides, resinas e alcaloides, no extrato hidroalcoólico da *S. brasiliensis*. Mediante os compostos orgânicos originários dos metabólitos secundários, encontram-se os flavonoides que constituem a classe referente aos fenólicos vegetais. É nessa classe que se encontram as antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavonas de interesse medicinal e biotecnológico, devido à presença de atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e antitumoral (LINHARES *et al.*, 2011).

Sette-de-Souza *et al.* (2020) enfatizam também seu uso popular, destacando-se pela utilização das folhas, entrecasca, resina e fruto de *S. brasiliensis*, indicados mediante a medicina popular para o tratamento da gripe, febre, tosse, diarreia, disenteria, dentre outros. Assim, é possível perceber a sua eficácia, sobretudo, devido à sua ação biológica ser ativamente benéfica ao tratamento de tais enfermidades, proporcionando melhorias.

A espécie *S. brasiliensis* possui atividades biológicas comprovadas cientificamente, como antinociceptiva, anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana e fotoprotetora, entre outras, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1. Atividades biológicas de *Schinopsis brasiliensis*.**

<b>ATIVIDADE BIOLÓGICA</b>	<b>PARTE UTILIZADA</b>	<b>EXTRATO</b>	<b>REFERÊNCIA</b>
Antifúngica	Folha	Etanólico	JOVITO, 2016
Anti-inflamatória	Raiz	Metanólico	MOREIRA, 2014
Antimalárica	Casca do caule	Alcoólico	OLIVEIRA, 2011
Antimicrobiana	Folha	Alcoólico	CHAVES <i>et al.</i> , 2011
		Metanólico	SARAIVA <i>et al.</i> , 2011
		Óleo essencial	SARAIVA <i>et al.</i> , 2013
	Casca do caule	Hidroalcoólico	DONATI <i>et al.</i> , 2014
			Etanólico
			SOUZA, 2015
Antinociceptiva	Raiz	Metanólico	MORREIRA, 2015
Antioxidante	Folha	Metanólico	SARAIVA <i>et al.</i> , 2011
	Casca do caule	Etanólico	CASTRO, 2014
		Metanólico	LIMA, 2011
	Raiz	Metanólico	MOREIRA, 2014
Citotóxica	Folha	Hexânico	MELO <i>et al.</i> , 2017
Fotoprotetora	Casca do caule	Etanólico	LIMA-SARAIVA <i>et al.</i> , 2017
Larvicida	Casca do caule	Hidroetanólico	SANTOS <i>et al.</i> , 2014
Moluscicida	Casca do caule	Hidroetanólico	SANTOS <i>et al.</i> , 2014
Mutagênica	Casca do Caule	Nebulizado	SILVA, 2011
Neuroprotetora	Folha	Etanólico	CASTRO, 2014

**Fonte:** Silva *et al.* (2017).

## 2.6 Atividade antimicrobiana

Calvo e Martínez-Martínez (2009), enfatizam a descoberta da penicilina em 1929, que contribuiu para a população. Nesse viés, uma evolução no marco da saúde, os antimicrobianos utilizados exercem sua ação em algumas das seguintes estruturas ou funções bacterianas: inibir a síntese da parede bacteriana, alterar a integridade da membrana citoplasmática, impedir a síntese de proteínas ou bloquear as funções de síntese ou ácido nucleico antimicrobiano cuja função é proteger outros compostos de enzimas hidrolíticas bacterianas, como os inibidores de  $\beta$ -lactamase. Com base nisso, os antimicrobianos têm uma grande potencialidade a depender da maneira que sejam utilizados, proporcionando um melhor aproveitamento acerca de seu uso para a comunidade.

Considerando que aumenta o número de microrganismos resistentes aos antibióticos em uso, a busca por novos fármacos com potencial antimicrobiano é urgente (SPÉZIA *et al.*, 2020). Assim, na contemporaneidade, é perceptível a resistência de antibióticos, cada vez mais frequente, e isso fez com que a indústria farmacêutica desenvolva novas drogas com meios de resistência, destacando-se alguns organismos problemáticos, tais como MRSA, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* com  $\beta$ -lactamases de espectro estendido, enterococos e MRSA resistentes à vancomicina (SCHERER; BOTONI; COSTA-VAL, 2016).

À luz dos resultados da pesquisa na literatura, foi demonstrada atividade antimicrobiana das frações n-hexano, acetato de etila e metanol das folhas de *S. brasiliensis*, sendo que frente às cepas *S. aureus* MRSA multirresistentes, as menores CMI foram iguais ou menores que 100  $\mu\text{g/mL}$  sendo assim, classificadas como muito ativas e ativas, mostrando que foi promissor, contribuindo para a continuidade da pesquisa (SARAIVA *et al.*, 2013). Na literatura aborda que foi observado moléculas ativas relacionadas a atividade antimicrobiana tais como galato de metila e ácido gálico, além de moléculas já isoladas referentes às folhas de *S. brasiliensis* (SARAIVA *et al.*, 2011).

Ainda, Saraiva e colaboradores (2013) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a atividade antimicrobiana e sinérgica de 4 frações das folhas de *S. brasiliensis* Engl. frente às cepas *Staphylococcus aureus* MRSA multirresistentes. Os métodos

utilizados no experimento foram poços de difusão em ágar, concentração mínima inibitória (CIM) - diluição em ágar e bioautografia. Neste mesmo contexto, os autores evidenciaram em sua pesquisa que o uso das frações das folhas de *S. brasiliensis* associado aos antibióticos tetraciclina e oxacilina *in vitro* aumenta a ação antimicrobiana dos antibióticos.

## 2.7 Atividade Antioxidante

Um antioxidante pode ser compreendido como uma substância que em baixas concentrações, consegue retardar ou prevenir a oxidação, além de possuir diferentes níveis do processo de oxidação envolvendo moléculas de lipídios (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Os principais mecanismos de ação de compostos antioxidantes são a captação de radicais, bem como a supressão de estados excitados (CERQUEIRA; MEDEIROS; AUGUSTO, 2007).

A literatura ainda evidencia que diversos extratos de plantas vêm contribuindo de maneira significativa para a população, isso devido ao fato de exercerem ação antioxidante. Nesse contexto, compreende-se que as plantas em geral produzem uma diversidade de substâncias antioxidantes que atuam prevenindo os danos moleculares, isso causado por espécies reativas de oxigênio (ERRO) (NUNES *et al.*, 2008). As classes de compostos presentes em plantas com atividade antioxidante, são principalmente os flavonoides e os taninos que exercem uma inibição da peroxidação lipídica (MORAES *et al.*, 2009).

Nessa direção, os estudos na literatura enfatizam a ação antioxidante de *S. brasiliensis*, principalmente em extratos da folha. No estudo é demonstrado que as folhas de *S. brasiliensis* apresentaram atividade antioxidante significativa e isso pode estar atrelado à presença de terpenos (DONATI *et al.*, 2014).

Na pesquisa realizada por Moreira (2009) foi demonstrado que os extratos das frações acetato de etila e diclorometânico das folhas de *S. brasiliensis*, além das substâncias isoladas tais como quercetina-3-O- $\beta$ -D-xilopiranosídeo, ácido gálico e galato de metila têm excelente atividade antioxidante *in vitro*. No extrato etanólico, isso na casca da mesma planta estudada, apresentou atividade antioxidante e antimicrobiana (LIMA-SARAIVA *et al.*, 2017). Santos *et al.*, (2017), ao avaliar o

potencial antioxidante no extrato etanólico da casca do caule desta espécie, observou atividade redutora de radicais livres.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

- Avaliar a atividade biológica do extrato fração acetato de etila (FAE) da entrecasca de *S. brasiliensis*.

#### 3.2 Específicos

- Realizar a prospecção fitoquímica do extrato da FAE da entrecasca de *S. brasiliensis*;
- Quantificar os fenóis totais da FAE;
- Realizar a quantificação do teor total de flavonoides totais da FAE;
- Avaliar a atividade antioxidante, através do método radical 2,2-difenil-1-picrilidrazil (DPPH) da FAE;
- Determinar a CIM do extrato da FAE de *S. brasiliensis*.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Coleta e Identificação do Material Vegetal

As entrecascas da planta *S. brasiliensis* Engl. foram coletadas na cidade de Piranhas, Alagoas - Brasil, nas coordenadas geográficas 9° 35'54,37'' S, 37° 46'08,31''O.

### 4.2 Preparo do Extrato

Foram separados 3 kg da entrecasca do vegetal e colocados para secagem em estufa de circulação de ar a 37°C até o peso constante. Posteriormente, o material foi reduzido a pó, com o auxílio de um moinho, e submetido à extração por maceração exaustiva em etanol 90%. Posteriormente, o extrato foi filtrado e concentrado em evaporador rotatório sob pressão reduzida para eliminação do solvente e obtenção do extrato hidroetanólico de *S. brasiliensis*; parte do extrato hidroetanólico foi dissolvido em solução de Metanol/Água (2:3) e submetido à extração líquido/líquido com acetato de etila para obtenção da fração acetato de etila (FAE).

### 4.3 Prospecção Fitoquímica

A prospecção foi realizada com a fração acetato de etila de *S. brasiliensis* conforme Santos *et al.*, (2022), tendo como objetivo detectar a ocorrência dos constituintes químicos presentes na amostra. Foram utilizados 10 mg da fração acetato de etila, dissolvida em metanol, 3 mL do extrato diluído foram distribuídos em 7 tubos para realização dos testes descritos a seguir.

#### 4.3.1 Teste para Flavonoides

Neste teste, foram colocados em um tubo de ensaio 5 mL de solução metanólica do extrato (1 mg.ml<sup>-1</sup>). Após, foi adicionado 5 mg e magnésio granulado.

Ao final da efervescência, observou-se o aparecimento de uma coloração rósea a vermelha.

#### 4.3.2 Teste para fenóis e taninos

Este teste baseia-se na capacidade dos grupos dos taninos de se complexar com metálicos formando precipitados, e de cloreto de ferro em oxidar os fenóis. Ao tubo de ensaio contendo a fração acetato de etila foram adicionados três gotas de solução alcoólica de cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ )  $1 \text{ mol.L}^{-1}$ , depois de agitar foi observado qualquer variação de cor e/ou formação de precipitado escuro abundante. Para controle da reação, foi utilizada uma amostra contendo somente água e  $\text{FeCl}_3$ . O surgimento de cor variando entre azul e vermelha é indicativo da presença de fenóis, enquanto a formação de precipitado azul escuro indica a presença de taninos pirogálicos (taninos hidrolisáveis) e de cor verde, a presença de taninos flobabênicos (taninos condensados ou catéquicos).

#### 4.3.3 Teste para leucoantocianidinas e catequinas

Neste teste, em um tubo de ensaio foram colocados 4 mL da solução do extrato, e posteriormente acidificou-se até o pH 3,0. Após, foi aquecida com auxílio de uma lâmpada de álcool durante 2-3 minutos e observou-se a formação de coloração vermelha (indicativo de leucoantocianidinas) ou amarelada (indicativo de catequinas).

#### 4.3.4 Teste para catequinas (derivados de taninos condensados)

Em 3 mL de solução metanólica do extrato (1 mg.mL) foi adicionado 1 mL de solução de vanilina 1% e 1 mL de HCL concentrado, e foi observado o aparecimento de coloração vermelha intensa.

#### 4.3.5 Testes para antocianinas

Em três tubos de ensaio foram adicionados 4 mL da solução do extrato. Acidulou-se uma delas até pH 3,0, alcalinizou-se outra até 8,5 e a terceira até 11,0. Caso tenha havido a formação de coloração vermelho, lilás e azul-púrpura nos 3 tubos de ensaio, respectivamente, fica confirmada a presença de antocianinas.

#### 4.3.6 Teste para saponinas

Este teste baseia-se no fato de que os heterosídeos saponosídeos (saponinas) têm propriedades detergentes e surfactantes e, quando tratados com HCl e aumento de temperatura, sofrem hidrólise, precipitam as agliconas e perdem suas propriedades detergentes. Foi usado neste ensaio os resíduos insolúveis em clorofórmio, separados no teste anterior, o material foi solubilizado em água destilada e filtrado em um tubo de ensaio. Agitou-se fortemente o tubo com a solução por 2-3 minutos e foi observado a formação de espuma. O aparecimento de espuma persistente e abundante indica a presença de saponinas. Para confirmação da presença do metabólito, adicionou-se 2mL de HCl concentrado ao conteúdo do tubo de ensaio e colocado imerso em banho-maria. Posteriormente, neutralizou-se, resfriando-o e agitando-o. A presença de precipitado na formação de espuma confirma a presença de saponina.

#### 4.3.7 Teste para esteróides e triterpenóides

Este teste é utilizado para averiguar a presença de núcleo esteroidal ou triterpenoidal. Para este ensaio foram utilizados 10 mL de uma solução contendo a fração acetato de etila em béquer e, foi deixada para secar em banho-maria. Extraiu-se o resíduo seco do béquer por três vezes com porções de 1-2 mL de clorofórmio ( $\text{CHCl}_3$ ). A solução clorofórmica foi filtrada em um pequeno funil fechado com algodão coberto com alguns miligramas de sulfato de sódio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) anidro para um tubo de ensaio seco. Adicionou-se 1 mL de anidrido acético e agitou-se suavemente. Foi acrescentado três gotas de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) concentrado, agitou-se e foi observado se ocorria o desenvolvimento de cores. A coloração azul seguida de verde

permanente é um indicativo à presença de esteroides livres, enquanto a cor parda a vermelha indica triterpenoides pentacíclicos livres.

#### 4.3.8 Teste para alcaloides

Este teste baseia-se na precipitação de alcaloides ao interagir com o reagente Dragendorff. Este reagente consiste numa solução de iodeto de bismuto de potássio, em ácido diluído. Quando em contato com a amostra que contém alcaloides e compostos nitrogenados, formam-se precipitados e a solução apresenta mudança de coloração que varia de amarela a vermelha alaranjada. O precipitado é obtido através da formação de um complexo entre o átomo de bismuto e os grupamentos amins presentes nos compostos a serem analisados. Foi diluída uma pequena quantidade a fração acetato de etila, transferiu-se para o tubo de ensaio e foram adicionadas 3 gotas de Dragendorff observando o resultado.

#### 4.4 Quantificação dos Fenóis Totais (FT)

A determinação do teor de fenóis totais foi realizada utilizando o método de Folin-Ciocalteu (SOUZA *et al.*, 2007). A fração acetato de etila (FAE) foi dissolvida em metanol, em seguida, transferida para um balão volumétrico de 10 ml e o volume completado com metanol, formando assim uma solução metanólica de  $1 \text{ mg.ml}^{-1}$ .

O extrato fração acetato de etila da *S. brasiliensis* foi pesado (5 mg) e dissolvido em MeOH. O reagente Folin-Ciocalteu (0,5 mL) foi adicionado aos tubos falcon contendo 0,5 mL dos extratos. O conteúdo foi misturado em 1 mL de uma solução saturada de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) e foi adicionado a cada tubo, para chegar ao volume de 10 mL com água destilada. O conteúdo dos tubos foi misturado em vórtex e levado ao banho-maria a  $50^\circ \text{C}$  por 7-10 min.

Posteriormente, 2 mL de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  15% foram adicionados à mistura e agitada por 30 segundos. As análises foram conduzidas em triplicata e em três repetições; e o teor de FT determinado por interpolação da média das absorbâncias contra uma curva de calibração construída com padrões de ácido gálico e expresso como mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por g de extrato (EAG mg/g extrato) e  $\pm$  desvio padrão.

A concentração de fenólicos totais foi medida após 2 horas de repouso da mistura e seu valor comparado com o do padrão de ácido gálico. A leitura das absorbâncias foi medida a 750 nm num espectrofotômetro UV visível. Utilizando cubetas de vidro, tendo como “branco” o metanol, no lugar de FAE, e todos os demais reagentes.

#### 4.5 Quantificação de Flavonoides Totais (FLT)

O método do cloreto de alumínio foi usado para determinar o teor de flavonoides, usando um padrão de quercetina (CHAVES *et al.*, 2013), na concentração final de 1 mg/mL. Em seguida, o extrato foi misturado com uma solução de cloreto de alumínio (2% em metanol) na proporção de 1:1 e deixado em repouso por 10 min. A curva de calibração foi preparada com um padrão de quercetina em diferentes concentrações. Os resultados foram expressos em microgramas de quercetina/mg do extrato (EQ µg/mg extrato) ± desvio padrão.

#### 4.6 Avaliação da Atividade Antioxidante

##### 4.6.1 Método através do radical DPPH

A atividade de eliminação de radicais livres foi medida usando o 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) (SANTOS *et al.*, 2011). Na concentração final de 1 mg/mL, as soluções foram deixadas em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz, e as amostras foram medidas a 515 nm. Para o controle negativo, a solução DPPH foi usada, a atividade antioxidante foi calculada por meio de uma curva de calibração obtida pela porcentagem de antioxidante, atividade expressa como a concentração eficiente (IC<sub>50</sub>), ou seja, a concentração da amostra necessária para reduzir a absorbância do controle negativo de 50%.

A curva de calibração do DPPH foi construída a partir dos valores de absorbância a 515 nm. As análises foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos em µg/ml ± desvio padrão. Além dos valores IC<sub>50</sub>, também a atividade antioxidante foi expressa pelo índice de atividade antioxidante (IAA). Sobre isso, os autores Scherer & Godoy (2009) consideram amostras que apresentam atividade

antioxidante pobre, quando IAA for menor que 0,5; atividade antioxidante moderada quando IAA estiver entre 0,5 e 1,0; atividade antioxidante forte quando IAA estiver entre 1,0 e 2,0 e; atividade antioxidante muito forte quando IAA for maior que 2,0

#### 4.7 Atividade Antimicrobiana

Os testes de susceptibilidade microbiana pelo método de difusão em ágar Mueller-Hinton (CLSI, 2003) e determinação da Concentração Inibitória Mínima (MIC) foram realizados em triplicata para cada bactéria, em ambos os testes, sendo as cepas dos microrganismos *Escherichia coli* derivada (ATCC 25922), *Staphylococcus epidermidis* derivada (ATCC 12228), *Escherichia coli* enteropatogênica clássica (0111 derivada CDC 01111), *Klebsiella rhinoscleromatis* derivada (CDC 06/IAL 06/02), *Streptococcus agalactiae* (beta hemolítico do grupo B) derivada (ATCC 13813) e *Streptococcus pyogenes* (NEWPS- 0015). A atividade antimicrobiana foi avaliada pela determinação dos halos de inibição em milímetros, seguindo a interpretação dos resultados de acordo com Santos *et al.* (2022), de tal forma que os halos de inibição formados foram comparados com a tabela de referência.

##### 4.7.1 Teste de difusão em ágar

O teste foi realizado pelo método de acordo com Santos *et al.*, (2022), onde foi colocado em placa de petri o meio de cultura Ágar Mueller-Hinton, contendo os microrganismos, em seguida colocados 20 µL do extrato vegetal na concentração de 100 mg/mL; em seguida, foram depositados na superfície do meio de cultura inoculado com os microrganismos. Para o controle negativo foram utilizados todos os reagentes em uso para diluição das amostras, enquanto para o controle positivo foi utilizado Gentamicina.

Após incubação, decorridas 24h, foram realizadas as medidas dos halos de inibição. Para interpretação dos resultados, recomendações do CLSI (2003) e Santos *et al.*, (2022) foram seguidas, de tal modo que os valores dos halos de inibição formados foram comparados com os de referência para o teste.

#### 4.7.2 Determinação da concentração inibitória mínima (CIM)

A concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada a partir do teste quantitativo, realizada em triplicata e determinada para cada microrganismo no qual as amostras vegetais apresentaram atividade antimicrobiana. Foi utilizado o método de microdiluição em caldo proposto pelo *National Committee for Clinical Laboratory Standards* (NCCLS, 2003).

Os testes foram realizados em placa de ELISA com 96 poços, adicionados 100 µg de caldo million hinton alíquotas de 20 µL de cada extrato nas concentrações de 1,68, 3,36, 6,75, 12,5 e 25 µg. Foram depositadas em cada poço da placa 100 µL de caldo Muller Hinton. Em seguida, foram acrescidos 50 µL das frações nas concentrações de 1-100 µg.mL<sup>-1</sup>. Em cada poço também foram adicionados 50 µL do inóculo. Para o controle negativo foi utilizado o meio de cultura, averiguado se não há contaminação do meio. O controle positivo foi o meio de cultura com inóculo para verificar a viabilidade das cepas bacterianas testadas.

Para outros controles também foram utilizados 100 µL de meio de cultura mais 20 µL de DMSO e 80 µL da suspensão bacteriana. Foi utilizado como substância referência o antibiótico gentamicina e as bactérias que apresentaram resultado no teste de difusão em disco (SANTOS *et al.*, 2022).

Posteriormente, a microplaca foi envolvida em plástico filme e incubada durante 24 horas a 35 ± 2° C. Após o período de incubação, foram adicionados em cada poço 20 µL de solução aquosa de resazurina 0,01% e, em seguida, a microplaca foi incubada novamente durante 1 hora para posterior leitura de maneira visual, onde a coloração azul nos poços indicava a ausência de crescimento bacteriano e a cor rosa/avermelhada mostrava a presença de metabolismo dos microrganismos no meio. Os ensaios foram realizados em triplicata e considerou-se como CIM a menor concentração do extrato capaz de inibir o crescimento microbiano. Os resultados foram expressos pelas médias das triplicatas realizadas (SANTOS *et al.*, 2022).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Rendimento do extrato

O extrato FAE de *S. brasiliensis* foi pesado para a realização do cálculo do rendimento do extrato, calculado pelas expressões: rendimento (%) = (massa do extrato/massa do material vegetal) x 100. A fração acetato de etila (FAE) obteve um peso total de 2,89 g, obtendo um rendimento de 0,0963%.

### 5.2 Prospecção Fitoquímica

A prospecção fitoquímica é o ensaio inicial e qualitativo para obter conhecimentos a partir da amostra vegetal, permitindo avaliar as suas classes de metabólitos. A prospecção fitoquímica é o ensaio inicial e qualitativo para obter conhecimentos a partir da amostra vegetal, permitindo avaliar as suas classes de metabólitos.

**Tabela 2: Constituintes químicos presentes da fração acetato de etila na entrecasca de *S. brasiliensis*.**

Constituintes químicos	Fração Acetato de Etila
Alcaloides	+
Antocianinas	+
Catequinas	+
Catequinas (derivados de taninos condensados)	+
Cumarinas	-
Esteroides	-
Fenóis	+
Flavonoides	+
Leucoantocianidinas	+
Saponinas	+
Taninos	+
Triterpenóides	+

\*O sinal (+) indica a presença de metabólito, enquanto o sinal (-) indica ausência do metabólito.

**Fonte:** Elaboração da autora (2020).

Na literatura mostra *Spondias purpúrea* L., conhecida popularmente como Seriguela, em um estudo sobre a prospecção fitoquímica qual é pertencente à família Anacardiaceae em que a *S. brasiliensis* também faz parte, apresentou, em sua composição química do extrato, compostos metabólitos secundários como taninos, saponinas e flavonoides semelhantes a planta estudada (ANDRADE *et al.*, 2020).

A espécie *M. urundeuva* (aroeira) mostrou por meio da prospecção do seu extrato etanólico a presença de alcaloides, fenóis e taninos. Estes dados encontrados corroboram com os obtidos na literatura, sendo que a presença dos constituintes químicos é identificada na família Anacardiaceae (BESSA *et al.*, 2013).

A FAE da *S. brasiliensis* apresentou importantes compostos, dentre eles os taninos que são metabólitos que atuam no sequestro de radicais livres permitindo assim uma série de aplicações. A fração em estudo apresentou compostos do grupo flavonoides, isso associado a atividades biológicas tais como atividade antibacteriana, anti-inflamatória, antioxidante e diurética (FERNANDES *et al.*, 2005).

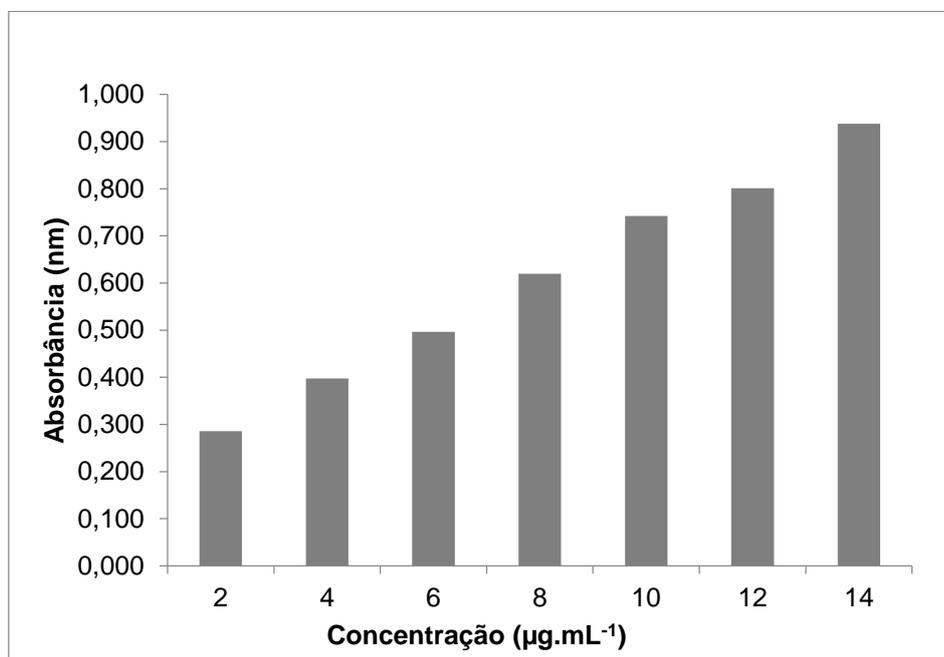
De acordo com os resultados obtidos através da prospecção fitoquímica, a espécie estudada mostrou a presença dos alcaloides a qual possui propriedade antibacteriana, antifúngica, antiplasmódica e antitumoral; nesse contexto, são exemplos de alcaloides utilizados: a morfina (analgésico), a escopolamina (anticolinérgicos), teofilina (diuréticos), vincristina (antitumorais), codeína (antitussígenos) (SOARES *et al.*, 2016).

### 5.3 Quantificação dos Fenóis Totais (FT)

Teor de Fenóis Totais (FT) da fração foi expresso, utilizando como equivalente o ácido gálico (EAG) pelo método Folin-Ciocalteu. De acordo com os resultados, demonstrou-se que a FAE da *S. brasiliensis*, teve uma concentração de  $807,28 \pm 0,002$  mg EAG/g. Resultados na literatura, obtidos na determinação dos fenóis totais no estudo com a mesma espécie estudada, evidenciaram um valor de fenóis totais de  $624,6 \pm 0,42$  (mg EAG/g) (LIMA-SARAIVA *et al.*, 2017).

Na pesquisa de Santos *et al.* (2017), no extrato etanólico de *S. brasiliensis*, a casca do caule apresentou alto teor de fenóis totais determinado pelo método de Folin-Ciocalteu e expresso em equivalente de ácido gálico com resultado de 403,26 mg EAG/g de extrato. Contudo, as plantas do gênero *Schinopsis* possuem uma

diversidade de fitocompostos, como os fenólicos, flavonoides, taninos, terpenos, saponinas, dentre outros (SOUZA et al., 2007). A partir da figura 5, é possível as diferentes concentrações expostas da FAE referente ao equivalente de fenóis totais.



**Figura 5:** Fenóis totais do extrato em µg.mL<sup>-1</sup>.  
**Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

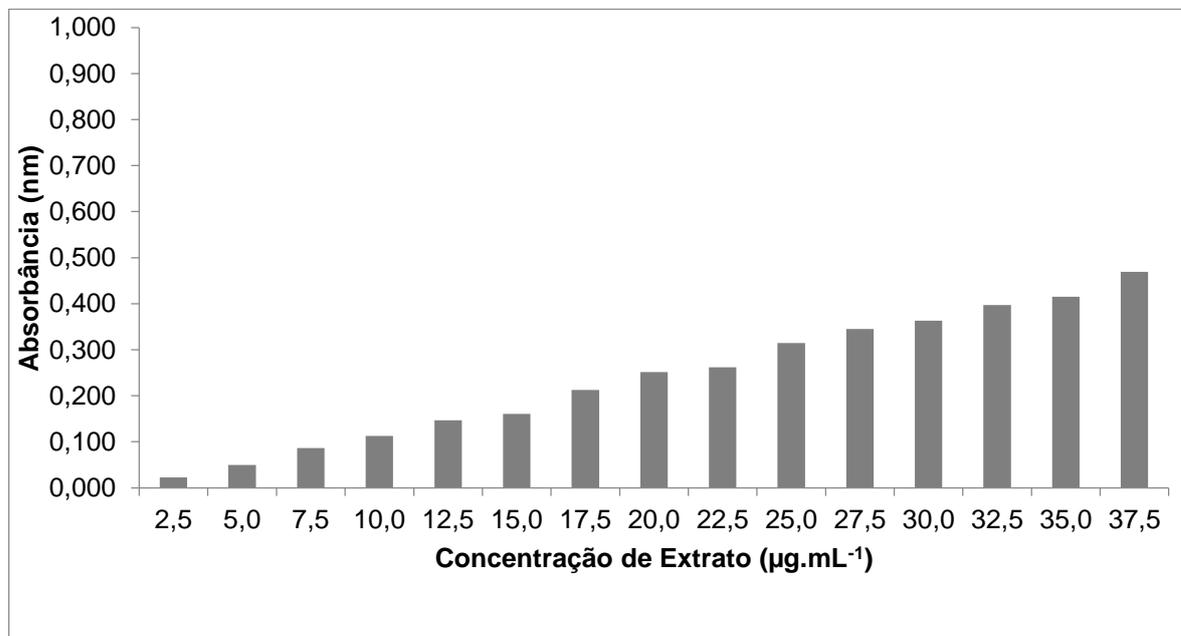
Resultados na literatura, obtidos na determinação dos fenóis totais no estudo com a mesma espécie estudada, evidenciaram um valor de fenóis totais de  $624,6 \pm 0,42$  (mg EAG/g) (LIMA-SARAIVA et al., 2017).

Na pesquisa de Santos et al. (2017), no extrato etanólico de *S. brasiliensis*, a casca do caule apresentou alto teor de fenóis totais determinado pelo método de Folin-Ciocalteu e expresso em equivalente de ácido gálico com resultado de 403,26 mg EAG/g de extrato. Contudo, as plantas do gênero *Schinopsis* possuem uma diversidade de fitocompostos, como os fenólicos, flavonoides, taninos, terpenos, saponinas, dentre outros (SOUZA et al., 2007).

Considerando os teores de fenóis totais no extrato FAE, é possível que os principais constituintes fenólicos encontrados nesse extrato, sejam os taninos e flavonoides, como mostrado na técnica da prospecção fitoquímica. Dessa forma, o resultado de fenóis totais no extrato FAE corrobora com os achados da prospecção fitoquímica. Contudo, fatores ambientais podem alterar a biossíntese dos metabólitos especiais nos vegetais, desta maneira afetando na composição química dos metabólitos presentes na planta (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

#### 5.4 Quantificação do Teor Total de Flavonoides Totais (FLT)

Os teores de flavonoides totais da fração foram expressos como equivalente à quercetina. Mediante os resultados, demonstrou-se que a FAE do extrato de *S. brasiliensis* apresentou flavonoides totais de  $218,14 \pm 0,01$  mg EQ/g, corroborando com outros resultados encontrados. Na pesquisa de Lima- Saraiva *et al.* (2017), sobre a análise química e a avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e fotoprotetora de *S. brasiliensis* Engl., encontraram-se valores para flavonoides  $132,4 \pm 1,76$  (EQ  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ). Já nesta pesquisa, o teor de flavonoides foi  $218,14 \pm 0,01$  (EQ  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ). A partir destes dados, observa-se que os valores de flavonoides totais foram maiores neste estudo. A partir da figura 6, abaixo observa os resultados das diferentes concentrações de flavonoides totais, isso referente ao equivalente.



**Figura 6:** Flavonoides totais do extrato em  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ .  
**Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

Corroborando com outros resultados encontrados, na pesquisa de Lima- Saraiva *et al.* (2017), sobre a análise química e a avaliação das atividades antioxidante, antimicrobiana e fotoprotetora de *S. brasiliensis* Engl., encontraram-se valores para flavonoides  $132,4 \pm 1,76$  (EQ  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ). Já nesta pesquisa, o teor de flavonoides foi  $218,14 \pm 0,01$  (EQ  $\mu\text{g}/\text{mg}$ ). A partir destes dados, observa-se que os valores de flavonoides totais foram maiores neste estudo.

## 5.5 Avaliação da atividade antioxidante - Através do Método Radical DPPH

Uma das técnicas utilizada para detectar a presença de compostos antioxidantes, é um método baseado na eliminação do radical livre estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), na presença de um doador de hidrogênio ou elétron a intensidade de absorção diminui e a solução com o radical perde cor, tornando-se amarela, mediante ao número de elétrons capturados (OLIVEIRA, 2015). A avaliação da atividade antioxidante em plantas medicinais é de suma importância em pesquisas que se detém a essa temática, sendo que muitos dos efeitos nocivos causados à população são provocados por radicais livres. Nessa direção, o extrato FAE o material vegetal na concentração mostrou ter potencial antioxidante. De acordo com os dados observados na tabela 3, sobre a atividade antioxidante da entrecasca da *S. brasiliensis* referentes ao IC<sub>50</sub> e IAA.

**Tabela 3.** Atividade antioxidante da fração acetato de etila da entrecasca de *S. brasiliensis*.

Extrato	DPPH (IC <sub>50</sub> mg/L)	IAA (µg/mL)
FAE	9,49 ± 0,01	4,3 ± 0,01

Os resultados do extrato da planta *S. brasiliensis* demonstraram um índice de atividade antioxidante (IAA) obtido na FAE com IAA de 4,3 ± 0,01, apresentou uma atividade antioxidante muito forte de acordo com a classificação de Scherer & Godoy (2009). Os autores consideram amostras que apresentam atividade antioxidante pobre, quando IAA for menor que 0,5; atividade antioxidante moderada quando IAA estiver entre 0,5 e 1,0; atividade antioxidante forte quando IAA estiver entre 1,0 e 2,0; e atividade antioxidante muito forte quando IAA for maior que 2,0.

Nos dados obtidos para a capacidade antioxidante expressos em IC<sub>50</sub> (Concentração efetiva de extrato em µg.mL<sup>-1</sup> capaz de reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH), foram observados valores de IC<sub>50</sub> de 9,49 ± 0,01 µg/mL. O extrato da planta *S. brasiliensis* possui propriedades antioxidantes, esse potencial pode ser atribuído principalmente à presença de inúmeras outras substâncias como flavonoides e taninos (MOURE *et al.*, 2001).

Com base no método do DPPH, a pesquisa de Saraiva *et al.* (2011) apresentou IC<sub>50</sub> de 8,80 µg.mL<sup>-1</sup>, isso no extrato metanólico da folha da mesma planta; já no presente estudo, na FAE mostrou-se um IC<sub>50</sub> maior, de 9,49 µg.mL<sup>-1</sup>.

Na literatura é relatada a associação de alta atividade antioxidante ao biomarcador ácido gálico presente na planta (LIMA-SARAIVA *et al.*, 2017). Esses efeitos estão relacionados à presença de metabólitos secundários como taninos, saponinas, terpenóides, esteroides e flavonoides e compostos fenólicos, principalmente os taninos e flavonoides (SILVA *et al.*, 2018).

## 5.6 Atividade Antimicrobiana

### 5.6.1 Difusão em ágar

Os resultados obtidos mostraram que a FAE da *S. brasiliensis* exibiu halos de inibição classificados como muito ativos para determinados microrganismos testados. A avaliação da atividade antimicrobiana de um extrato é estabelecida pela medida do diâmetro do halo de inibição frente aos microrganismos testados (SANTOS *et al.*, 2011).

De acordo com os critérios de medidas para determinar o valor do halo de inibição e classificar a suscetibilidade do microrganismo frente à amostra, Santos *et al.* (2011) sugerem o seguinte padrão: diâmetro do halo de inibição do crescimento > 15 mm é considerado sensível; 9 a 15 mm (intermediário) e < 8 (resistente).

**Tabela 4: Diâmetro do halo de inibição (mm) da fração acetato de etila de *S. brasiliensis*.**

Microrganismos	Diâmetro de Halo de Inibição de Crescimento (mm)
<i>Staphylococcus epidermidis derivada</i>	20 ± 1,41
<i>Streptococcus agalactiae</i>	10 ± 0,51
<i>Streptococcus pyogenes</i>	8 ± 0,22
<i>Escherichia coli</i>	10 ± 0,47
<i>Escherichia coli derivada</i>	10 ± 0,47
<i>Klebsiella rhinoscleromatis</i>	8 ± 0,81

\*Dados referente ao diâmetro do halo de inibição em (mm) ± desvio padrão da média.

**Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

A partir dos dados expostos na tabela 3 acima, é possível observar que os halos de inibição obtidos do extrato de *S. brasiliensis* mostraram a ocorrência de resistência

apenas para os microrganismos *S. pyogenes* e *K. rhinoscleromatis*. Ambos apresentaram halos de inibição de crescimento igual ou inferior a 8 mm.

Em se tratando das *S. agalactiae*, *E. coli* e *E. coli* derivada, todas demonstraram um halo de inibição de 10 mm, portando classificado como intermediário, e a *S. epidermis* derivada apresentou-se sensível, já que foi um halo de inibição de 20 mm.

### 5.6.2 Concentração Inibitória Mínima (CIM)

A classificação para produtos naturais proposta por Aligianis *et al.* (2001) está baseada nos resultados de CIM, considerando: inibição forte com  $CIM \leq 0,5 \mu\text{g/mL}$ ; inibição moderada com CIM entre 0,6 e 1,5  $\mu\text{g/mL}$  e fraca inibição com  $CIM \geq$  de 1,6  $\mu\text{g/mL}$ .

A partir dos dados da tabela 4, os resultados da concentração inibitória mínima evidenciaram que a cepa *S. epidermis* derivada não apresentou crescimento antimicrobiano em nenhuma das concentrações testadas, sendo que sua CIM foi de 1,68  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ . Já para as bactérias *S. agalactiae*, *E. coli*, *E. coli* derivada, *K. rhinoscleeromatis* apresentaram CIM nas concentrações de 6,75  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , e para a bactéria *S. pyogenes* 12,5  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

**Tabela 5: Concentração inibitória mínima (CIM) da fração acetato de etila de *S. brasiliensis*.**

Microrganismos	Concentração Inibitória Mínima (CIM) - $\mu\text{g.mL}^{-1}$
<i>Staphylococcus epidermidis</i> derivada	1,68
<i>Streptococcus agalactiae</i>	6,75
<i>Streptococcus pyogenes</i>	12,5
<i>Escherichia coli</i>	6,75
<i>Escherichia coli</i> derivada	6,75
<i>Klebsiella rhinoscleromatis</i>	6,75

\*Dados referente a concentração inibitória mínima capaz de inibir o crescimento dos microrganismos mostra-se em  $\mu\text{g.mL}^{-1}$ .

**Fonte:** Elaborada pela autora (2022).

De acordo com Fernandes (2011), a atividade antimicrobiana da planta foi comprovada em estudos frente a cepas de *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*

*aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis* e *Candida albicans*.

A partir dos resultados da prospecção fitoquímica dos grupos metabólitos secundários, qual indicaram a presença de diferentes grupos, e a atividade antimicrobiana estar associados aos constituintes fitoquímicos como saponinas, taninos, flavonoides, alcaloides, antocianidinas, entre outros (BESSA *et al.*, 2013).

As saponinas têm funções moluscida, antifúngica, antimicrobiana, antiparasitária, antiviral, citotóxica e antitumoral. Com relação, aos taninos são compostos fenólicos e o mesmo desempenham função de antioxidante e sua utilização destaca-se como antissépticos, adstringentes, antidiarreicos, cicatrizantes de feridas, queimadura e inflamações. Os flavonoides possuem atividades anti-inflamatórias, antialérgicas, antiulcerogênicas, antivirais, antiproliferativas, antioxidantes, hepatoprotetores, antitrombicas e anticarcinogênicas (SOARES *et al.*, 2016).

## 6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que a fração acetato de etila da entrecasca da *S. brasiliensis* apresenta atividades biológicas com potencial. Na prospecção foi observada a presença de grupos de metabólitos do tipo flavonoides; além disso, foi constatada a presença de metabólitos como alcaloides, antocianinas, catequinas, leucoantocianidinas, saponinas, taninos, triterpenoides. Os compostos fenólicos para fenóis totais mostraram-se equivalente com os valores de  $807,28 \pm 0,002$  mg EAT/g e  $R^2 = 0,9959$ , e para flavonoides  $218,14 \pm 0,01$  mg EAT/g e  $R^2 = 0,9962$ .

Na avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH, a espécie analisada apresentou um  $IC_{50}$  de  $9,49 \pm 0,01$   $\mu\text{g/mL}$ . Quanto aos resultados do ensaio antimicrobiano, a fração acetato da concentração inibitória mínima (CIM), foram observadas que as cepas *Escherichia S. epidermis derivada* não apresentaram crescimento antimicrobiano em nenhuma das concentrações testadas, sendo que sua CIM foi de  $1,68$   $\mu\text{g.mL}^{-1}$ . Já para as bactérias *S. agalactiae*, *E. coli*, *E. coli derivada*, *K. rhinoscleromatis* apresentaram CIM nas concentrações de  $6,75$   $\mu\text{g.mL}^{-1}$ , e  $12,5$   $\mu\text{g.mL}^{-1}$  para a bactéria *S. pyogenes*. O efeito antimicrobiano observado neste estudo pode ser atribuído à presença de metabólitos secundários do tipo flavonoides, taninos, terpenóides que foram encontrados no teste qualitativo da prospecção fitoquímica do extrato da planta.

Por fim, assentimos que sobre os compostos em relação à fração de etila de *S. brasiliensis* é importante que novos estudos e debates ampliem os resultados abordados nesta pesquisa, uma vez que os dados aqui evidenciados fornecem informações suficientes para a continuidade de outras produções.

## 7. PERSPECTIVAS FUTURAS

Diante dos resultados obtidos, a fração acetato de etila da entrecasca da *S. brasiliensis* demonstrou propriedades antioxidantes e antimicrobianas, sendo assim necessário mais pesquisas para aprofundar e dando continuidade para a avaliação de métodos químicos para a identificação de compostos bioativos presentes no extrato.

## REFERÊNCIAS

ALIGIANS, N.; KALPOUTZAIS, E.; MITAKU, S.; CHINOUE, J. B. Composition and antimicrobial activity of the essential oil of two *Origanum* species. **J. Agric. Food Chem.**, v. 49, n.9, p.4168-4170, 2001.

ALMEIDA, M. Z. **Plantas Mediciniais** [online]. 3. ed. Salvador: EDUFBA, 2011. p. 221.

BADKE, M. R.; BUDO, M. de L. D.; ALVIM, N. A. T.; ZANETTI, G. D.; HEILSER, E. V. Saberes e práticas populares de cuidado em saúde com o uso de plantas medicinais. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 21, n.2, p. 363-370, 2012.

BARRETO, S. F.; GASPI, F. O. G.; OLIVEIRA, C. F. Estudo químico das principais vias do metabolismo secundário vegetal: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica da FHO - Fundação Hermínio Ometto**, v. 8, n.1, p.60-72, 2020.

BAUER A. W. Antibiotic susceptibility testing by a standartized single disk method. **American Journal of Clinical Pathology**, v.45, p.493-6, 1996.

BESSA, N. G. F. de.; BORGES, J. C. M.; BESERRA, F. P.; CARVALHO, R. H. A.; PEREIRA, M. A. B.; FAGUNDES, R.; CAMPOS, S. L.; RIBEIRO, L. U.; QUIRINO, M. S.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; ALVES, A. Prospecção fitoquímica preliminar de plantas nativas do cerrado de uso popular medicinal pela comunidade rural do assentamento vale verde – Tocantins. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.4, p.692-707, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS - PNPIC-SUS**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. **Práticas Integrativas e complementares. Plantas medicinais e fitoterapia na atenção Básica**. Cadernos de atenção Básica. A prescrição fitoterápica na atenção à saúde da Família. Brasília, DF; 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política e Programa Nacional de Plantas Mediciniais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRITO, L. P. S.; BEZERRA, T. T.; NUNES, E. M. B.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Tempo de armazenamento e temperatura no comportamento germinativo de *Schinopsis brasiliensis* ENGLER. **Nativa**, v. 8, n. 4, p. 552-557, 2020.

BRAND-WILLIAMS W.; CUVELIER ME, BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant acitivity. **Lebensm-Wiss u-Technol** 28: 25-30. 1995.

CARVALHO, P. E. R. **Braúna-do-Sertão *Schinopsis brasiliensis***. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2009.

CERUKS, M.; ROMOFF, P.; FÁVERO, O. A.; LAGO, J. H. Constituintes fenólicos polares de *Schinus terebinthifolius raddi* (anacardiaceae). **Química Nova**, v. 30, p. 597-599, 2007.

CHAVES, T. P.; BARBOSA, A. S.; NUNES, L. E.; SILVA, K. M. A.; SIMÕES, M. O. S.; SANTOS, R. L.; CATÃO, R. M. R.; SANTOS, V. L.; MEDEIROS, A. C. D. Evaluation of the potential modulator of bacterial resistance, acute toxicity and chemical composition of *Schinopsis brasiliensis* Engl. **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 9, n. 33, p. 843-849, 2015.

CHAVES, T. P.; DANTAS, I.C.; FELISMINO, D.C.; VIEIRA, K.V.M.; CLEMENTINO, E.L.C.; COSTA, L.S. Atividade antimicrobiana das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engler. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 5, n. 2, p. 11-17, 2011.

COLACITE, J. Triagem fitoquímica, análise antimicrobiana e citotóxica e dos extratos das plantas: *Schinus terebinthifolia*, *Maytenus ilicifolia* REISSEK, *Tabebuia avellanedae*, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) BRENAN. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 8, n. 3, p. 509-516, 2015.

COSTA, N. D.; SOUZA, R. T. B.; OLIVEIRA, R. R.; REIS, R. B.; NASCIMENTO, M. G. P.; SOUZA, G. S.; MACÊDO, M. A. M.; ARAUJO, N. S.; MESQUITA, E. B. C.; BATISTA, G. S. S.; ANDRADE, I. M. Mapeamento prospectivo científico e tecnológico da família Anacardiaceae R. Br. **Society and Development**, v. 10, n. 12, p.1-12, 2021.

CRUZ, J. M.; GONÇALVES, K. A. M. O uso de plantas medicinais fitoterápicas como antidepressivos no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.1, p. 6940-6950, 2022.

CARDOSO, M. P. **Contribuição ao estudo fitoquímico de *Schinopsis brasiliensis* (Anacardiaceae)**. 2001. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2001. 106p.

CALVO, J.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, L; Mecanismos de acción de los antimicrobianos. **Enferm Infecc Microbiol Clin**, v.27, p. 44–52, 2009.

CASTRO, V. P. R. **Phytochemical characterization, antioxidant properties and neuroprotective effect of plant extracts from Caatinga biome (Brazil)**. 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Programa de Pós-graduação em Biologia, Universidade de Trás-osMontes e Alto Douro, Portugal, 2014.

CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R. A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. **Química nova**, v. 21, n.1, 1998.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G. de M.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química nova**, v. 30, n.2, p. 441-448. 2007.

CLSI - Clinical Laboratory Standards Institute. **Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico**. 6ª ed., 2003.

DONATI, M.; MONDIN, A.; CHEN, Z.; MIRANDA, F. M.; NASCIMENTO JR, B. B.; SCHIRATO, G.; PASTORE, P.; FROLDI, G. Radical scavenging and antimicrobial activities of *Croton zehntneri*, *Pterodon emarginatus* and *Schinopsis brasiliensis* essential oils and their major constituents: estragole, trans-anethole, b-caryophyllene and myrcene. **Natural Product Research**, v.10, p.939-946, 2014.

FERNANDES, F. H. A., BATISTA, R. S. DE A., DE MEDEIROS, F. D., SANTOS, F. S., & MEDEIROS, A. C. D. Development of a rapid and simple HPLC-UV method for determination of gallic acid in *Schinopsis brasiliensis*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.25, n.3, p.208–211, 2015.

FERNANDES, T. T.; SANTOS, A. T. F.; PIMENTA, F. C. Atividade Antimicrobiana das Plantas *Plathymeniareticulata*, *Hymenaeacourbaril* e *Guazumaulmifolia*, **Revista Patologia Tropical**, v. 34, n. 2, p. 113-122, 2005.

FERNANDES, F. H. A. **Estudo de compatibilidade entre *Schinopsis brasiliensis* Engl. e excipientes farmacêuticos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Paraíba, 2011.

FIGUEREDO; GURGEL; GURGEL JUNIOR. A política nacional de plantas medicinais e fototerápicos: construção, perspectivas e desafios. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, n.2, p.381-400, 2014.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, p. 374-381, 2007.

JOVITO, V. C. **Atividades anti-Candida e análise da citotoxicidade do extrato da folha da *Schinopsis brasiliensis* Engl.** 2016. 47 f. Dissertação, (Mestrado em Odontologia) - Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F. **Plano de manejo para espécies da caatinga ameaçadas de extinção na reserva legal do projeto salitre**. Embrapa Semiárido, Petrolina-PE, 2011.

LIMA-SARAIVA, S. R. G. de.; OLIVEIRA, F. G. dos S.; OLIVEIRA JUNIOR, R. G. de O.; ARAÚJO, C. S.; OLIVEIRA, A. P. de.; PACHECO, A. D. M.; ALMEIDA, J. R. G. da S. Chemical Analysis and Evaluation of Antioxidant, Antimicrobial, and Photoprotective Activities of *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae). **The Scientific World Journal**, p. 1-10, 2017.

LINHARES, L. P. M. B.; PEREIRA, B. V. N.; DANTAS, M. K. G.; BEZERRA, W. M. S.; VIANA-MARQUES, D. A.; LIMA; L. R. A.; SETTE-DE-SOUZA, P. H. *Schinopsis*

*brasiliensis* Engler- Phytochemical properties, Biological Activities, and Ethnomedicinal Use: A Scoping Review. **Pharmaceuticals**, v.15, n.8, p.1-19, 2022.

LUNA, E. M.; LOPES, H. T. O.; RODRIGUES, F. A. A.; COUTINHO, H. D. M.; OLIVEIRA, L. C. C. Antioxidant potential of the Caatinga flora. **Phytomedicine plus**, v. 2, p.1-16, 2022.

LIMA, D. C. A. **Estudo comparativo da atividade antioxidante de plantas medicinais da caatinga utilizadas como anti-inflamatórias**. 86 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, Nova Odessa, SP: Editora Plantaru, 1949.

MATOS, F. J. **Introdução a fitoquímica experimental**. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2009.

MEDEIROS, A. C. D.; ALENCAR, L. C. B.; FELISMINO, D. C. *Schinopsis brasiliensis* Engl. In **Medicinal and Aromatic Plants of South America**, p. 421-429, 2018.

MESQUITA, M. O. M.; PINTO, TATIANA M. F.; MOREIRA, R. F. Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão. **Revista Fitos**, v. 11, p.216-230, 2017.

MOURE, A., CRUZ, J. M., FRANCO, D., DOMÍNGUEZ, J. M., SINEIRO, J., DOMÍNGUEZ, H., PARAJÓ, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p.145-171, 2001.

MAGALHÃES, K. do N.; BANDEIRA, M. A. M.; MONTEIRO, M. P. **Plantas medicinais da caatinga do nordeste brasileiro**. [livro eletrônico]. Fortaleza: Imprensa Universitária, (Estudos da Pós Graduação). 2020.

MELO, J. G.; RODRIGUES, M. D.; NASCIMENTO, S. C.; AMORIM, E. L. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Cytotoxicity of plants from the Brazilian semi-arid region: A comparison of different selection approaches. **South African Journal of Botany**, v. 113, p. 47–53, 2017.

MORAES, S. M. de.; CAVALCANTI, E. S. B.; COSTA, S. M. O.; AGUIAR, L. A. A. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19, p. 315-329, 2009.

MOREIRA, B. O. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antioxidante dos extratos hexânico e diclorometânico das folhas de *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae)**, 2009, 119 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, 2009.

MOREIRA, B. O. **Estudo fitoquímico e avaliação das atividades biológicas de *Schinopsis brasiliensis* (Anacardiaceae) e quantificação dos bioativos de**

**Cenostigma macrophyllum (Leguminosae)**. 2014. 261 f. Tese (Doutorado em Química) – Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. 2014.

NUNES, P. X.; MESQUITA, F. R.; SILVA-DA, L. D. P.; COSTA, V. C. P.; SILVA, M. V. B.; XAVIER A. L.; DINIZ, M. F. F. M. Constituintes químicos de Mimosa paraibana Barneby (Mimosaceae). **Revista Brasileira Farmacogn**, v. 18, n.1, p.120-9, 2008.

NCCLS. **Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico**: norma aprovada, sexta edição, p.1-48. 2003.

OLIVEIRA, A. M. G. C. **Avaliação antimalárica e citotóxica de plantas medicinais dos Biomas Caatinga e Amazônico**. 114 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

PEDROSO, R. dos S.; ANDRADE, G.; PIRES, R. H. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Revista de Saúde Coletiva**, v.32, n.2, p.1-19, 2020.

REMPEL, C.; MACIEL, M. J.; BERGMANN, P. C.; MORÁS, A. P.; GOETTENS, C. Efeito antimicrobiano de plantas medicinais: uma revisão de estudos científicos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.10, n.4, p.57-82, 2019.

SÁ-FILHO, G. F.; SILVA, A. I. B.; COSTA, M. E.; NUNES, L. E.; RIBEIRO, L. H. F.; CAVALCANTI, J. R. L. P.; GUZEN, F. P.; OLIVEIRA, L. C.; CAVALCANTE, J. S. Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Developmen**, v. 10, n.13, p.1-15, 2021.

SANTOS, C. C. S.; ARAÚJO, S. S.; SANTOS, A. L. L. M.; ALMEIDA, E. C. V.; DIAS, A. S.; DAMASCENA, N. P.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. I. S.; JÚNIOR, K. A. L. R.; PEREIRA, C. K. B.; LIMA, A. C. B.; SHANA, A. Y. K. V.; SANTANA, A. E. G.; ESTEVAM, C. S.; ARAUJO, B. S. Evaluation of the toxicity and molluscicidal and larvicidal activities of *Schinopsis brasiliensis* stem bark extract and its fractions. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 24, p. 298-303, 2014.

SANTOS, C. C. DE S., GUILHON, C. C., MORENO, D. S. A., ALVIANO, C. S., ESTEVAM, C. DOS S., BLANK, A. F., & FERNANDES, P. D. Anti-inflammatory, antinociceptive and antioxidant properties of *Schinopsis brasiliensis* bark. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 213, p. 176–182, 2018.

SANTOS, C. C. S.; MASULLO, MASULLO, M.; CERULLI, A.; MARI, A.; ESTEVAM, C. S.; PIZZA, C.; PIACENTE, S. Isolation of antioxidant phenolics from *Schinopsis brasiliensis* based on a preliminary LC-MS profiling. **Phytochemistry**, v. 140, p.45-51, 2017.

SANTOS, C. C.; BORBA, E. L.; QUEIROZ, L. P. A família Anacardiaceae no Semi-árido do estado da Bahia, Brasil. **Sitientibus Série Ciências Biológicas**, v.8, n.2, p.189-219, 2008.

SANTOS, P. A. L. dos; SANTOS, L. C. dos; COSTA, R. de A.; ESTEVAM, A. dos S.; SILVA, M. R. P. da.; REIS, I. A. de O.; OLIVEIRA, J. S. de; ARAUJO, B. S. de; LUCCA JUNIOR, W. de; SANTOS, S. B. dos; ESTEVAM, C. dos S. Perfil químico e atividade antimicrobiana de *abarema cochliacarpus*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p.1-14, 2022.

SANTOS, S. B. dos. Modulação antimicrobiana do extrato da entrecasca libidibiaferrea. **International Journal of Development Research**, v. 12, n. 3, 2022.

SARAIVA, A. M.; CASTRO, R. H. A.; RISONILDO P.; CORDEIRO, R. P.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; CASTRO, V. T. N. A.; AMORIM, E. L. C.; XAVIER, H. S.; PISCIOTTANO, M. N. C. In vitro evaluation of antioxidante, antimicrobial and toxicity properties of extracts of *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae). **African Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v.5, p. 1724-1731, 2011.

SARAIVA, A. M.; SARAIVA, C. L.; CORDEIRO, R. P.; SOARES, R. R.; XAVIER, H. S.; CAETANO, N. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n. 2, p.199-207, 2013.

SARAIVA, A. M.; COUTINHO, F. N.; SILVA, R. O. da.; RANDAU, K. P.; XAVIER, H. S.; PISCIOTTANO, M. N. C.; Atividade antimicrobiana de polifenóis isolados das folhas de *Schinopsis brasiliensis* (Engl.) guiado por bioautografia. **Revista Fitos**, v. 14, n.1, p. 10-25, 2020.

SARAIVA, A. M. **Avaliação da atividade biológica de extratos metanólicos de *Schinopsis brasiliensis* Engl. em sistemas microemulsionado**. 2012.

SCHERER C. B., BOTONI S. L., COSTA-VAL A. P. Mecanismos de ação de antimicrobianos e resistência bacteriana. Medvep Dermato - **Revista de Educação Continuada em Dermatologia e Alergologia Veterinária**, v.4, n.13, p.12-20, 2016.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method., **Food Chemistry**, v. 112, n. 3, p. 654-658, 2009.

SETTE-DE-SOUZA, P. H.; SANTANA, C. P. DE; SOUSA, I. M. O.; FOGGIO, M. A.; FRANCINALVA, D. DE M.; MEDEIROS, A. C. D. *Schinopsis brasiliensis* Engl. to combat the biofilm-dependents diseases in vitro. An Acad Bras Cienc, Anais da Academia Brasileira de Ciências. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.94, n.4, p.1-11, 2020.

SILVA, D. S.; SOUZA, D. D. Potencialidades da baraúna (*Schinopsis brasiliensis* engl.) e ameaça de extinção. **IV Workshop Nacional de Meio Ambiente e Sustentabilidade nos Territórios Semiáridos**. Auditório Central do Instituto Federal de Pernambuco, Petrolina-PE, 2018.

SOARES, N. P.; SANTOS, P. L.; VIEIRA, V. de S.; PIMENTA, V. de S. C.; ARAÚJO, E.G. Técnicas de prospecção fitoquímica e sua importância para o estudo de biomoléculas derivadas de plantas, **Centro Científico Conhecer**, v.13, n.24, p.191-1010, 2016.

SOUZA, B. I. DE; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V de. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p.131-150, 2015.

SOUZA, C. M. P.; BRANDÃO, D. O.; SILVA, M. S. P.; PALMEIRA, A.C.; SIMÕES, M. O. S.; MEDEIROS, A. C. D. Utilização de Plantas Medicinais com Atividade Antimicrobiana por Usuários do Serviço Público de Saúde em Campina Grande – Paraíba. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.15, n.2, p.188-193, 2013.

SOUZA, O. N. Chemical Constituents of the Leaves of *Schinopsis brasiliensis*. **These of Phylosophy Doctor. The Polytechnic of North London**, London. 207p.,1990.

SPÉZIA, F. P.; SIEBERT, D.; TENFEN, A.; CORDOVA, C. M. M.; ALBBERTON, M. D.; GUEDES, A. Avaliação da atividade antibacteriana de plantas medicinais de uso popular: *Alternanthera brasiliana* (penicilina), *Plantago major* (tansagem), *Arctostaphylos uva-ursi* (uva-ursi) e *Phyllanthus niruri* (quebra-pedra). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, e202000127, 2020.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B. da.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. da.; Métodos para a determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Cient Ciências Biológicas e da Saúde**, v.14, n.4, p.263-269, 2012.

SILVA, M. S. P. **Ensaio pré-clínicos com extratos de plantas medicinais do Semi-Árido Nordeste: contribuição para o tratamento de infecções da cavidade bucal**. 81 f. 2011. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Programa de Pós-graduação em Odontologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

SOUZA, O. N. Chemical Constituents of the Leaves of *Schinopsis brasiliensis*. **These of Phylosophy Doctor. The Polytechnic of North London**, London. 207p.,1990.

SPÉZIA, F. P.; SIEBERT, D.; TENFEN, A.; CORDOVA, C. M. M.; ALBBERTON, M. D.; GUEDES, A. Avaliação da atividade antibacteriana de plantas medicinais de uso popular: *Alternanthera brasiliana* (penicilina), *Plantago major* (tansagem), *Arctostaphylos uva-ursi* (uva-ursi) e *Phyllanthus niruri* (quebra-pedra). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad.: Eliane R. Santarém *et al.* 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.

VIEGAS JUNIOR, C.; BOLZANI, V. da S. Os produtos naturais e a química medicinal moderna. **Revista Química Nova**, v. 29, n. 2, p.326-337, 2006.

WILLIAMS, R. S.; MILLER, R.; GANGSTAD, J. Characteristics of ten tropical hardwoods from certified forest in Bolívia. Part I weathering characteristics and dimensional change. **Wood and fiber Science**, v. 33, n. 34, p.618-621, 2001.