



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

LINALDO JOSÉ SOARES

**Análise fitoquímica e atividade antimicrobiana do extrato  
bruto da casca de *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P  
Queiroz (catingueira)**

**RECIFE**

**2024**

**LINALDO JOSÉ SOARES**

**Análise fitoquímica e atividade antimicrobiana do extrato  
bruto da casca de *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P  
Queiroz (catingueira)**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado na disciplina de TCC 2 como  
parte dos requisitos para conclusão do  
Curso de Graduação em Farmácia do Centro  
de Ciências da Saúde da Universidade  
Federal de Pernambuco

**Orientador (a) :** Dr<sup>a</sup> Elba Lúcia Cavalcanti de Amorim

**Coorientador (a) :** Dr<sup>a</sup> Danielle Patricia Cerqueira Macedo

**RECIFE**

**2024**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Soares, Linaldo José.

Análise fitoquímica e atividade antimicrobiana do extrato bruto da casca de  
*Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz (catingueira) / Linaldo José  
Soares. - Recife, 2024.

42p. : il., tab.

Orientador(a): Elba Lúcia Cavalcanti de Amorim

Coorientador(a): Danielle Patricia Cerqueira Macedo

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Farmácia - Bacharelado, 2024.

Inclui referências, apêndices.

1. Metabólitos Secundários. 2. Atividade Antimicrobiana. 3. Plantas  
Medicinais. 4. Etnobotânica. I. Amorim, Elba Lúcia Cavalcanti de . (Orientação).  
II. Macedo, Danielle Patricia Cerqueira. (Coorientação). IV. Título.

610 CDD (22.ed.)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
COORDENAÇÃO DA GRADUAÇÃO EM FARMÁCIA - CCS



DECLARAÇÃO Nº 1140/2024 - CGFAT (11.96.43)

Nº do Protocolo: 23076.010109/2024-70

Recife-PE, 01 de fevereiro de 2024.

## DECLARAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o(a) estudante **Linaldo José Soares** apresentou o Trabalho de Conclusão do Curso - TCC intitulado: **“ANÁLISE FITOQUÍMICA E ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO BRUTO DA CASCA DE *Poincianella pyramidalis* [TUL.] L.P. QUEIROZ (CATINGUEIRA)”**, orientado(a) pelo(a) Profa. Dra. Elba Lúcia Cavalcanti de Amorim, e coorientado pelo (a) Profa. Dra. Danielle Patricia Cerqueira Macedo, no dia 31 de janeiro de 2024, com a participação dos seguintes membros da banca:

Presidente: Profa. Dra. Elba Lúcia Cavalcanti de Amorim.

Universidade Federal de Pernambuco.

1º membro: Ma. Kivia Dos Santos Machado.

Universidade Federal de Pernambuco.

2º membro: Marques Leonel Rodrigues da Silva.

Universidade Federal de Pernambuco.

Suplente: Décio Henrique Araújo Salvadôr de Mello.

Universidade Federal de Pernambuco.

*(Assinado digitalmente em 02/02/2024 11:13)*

JANE SHEILA HIGINO  
COORDENADOR  
CGFAR (11.96.43)  
Matrícula: ###116#8

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <http://sipac.ufpe.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **1140**, ano: **2024**, tipo: **DECLARACAO**, data de emissão: **01/02/2024** e o código de verificação: **47d08e629**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade concedida por Ele e por todas as coisas boas que Ele vem me proporcionando.

Agradeço também a minha família, meus pais, meus irmãos e os demais parentes por todo o apoio. Agradeço principalmente a minha namorada, Vivian, que é o meu ponto de luz e de conforto e que vem me apoiando em todos os momentos. Agradeço também a todos os integrantes da família Lapronat, principalmente a professora Elba, minha orientadora, pela paciência, ensino e dedicação durante todo esse tempo. Agradeço também a todos os integrantes do LAM, em especial a professora Dani e Marques, por toda paciência, aprendizado e acolhimento.

Agradeço também a Jeninha que é um anjo, e me socorreu em diversos momentos de desespero trazendo soluções. Agradeço também aos meus amigos que estiveram comigo durante toda a graduação, Carlos, Alê, Davi, os Lucas, Marques, Paula, Isa, Vinicius, Letícia, Yohana, Yasmim e a todos aqueles que fizeram parte da minha caminhada.

## RESUMO

As plantas medicinais surgem como terapia alternativa, destacando-se pela facilidade e baixo custo de obtenção. *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz, pertencente à família Leguminosae, é popularmente conhecida como "catingueira" e anteriormente identificada como *Caesalpinia pyramidalis* [Tul.]. Possui diversos usos populares, incluindo atividade antimicrobiana, anti-inflamatória, gastroprotetora e radioprotetora. O principal objetivo deste estudo foi avaliar a atividade antimicrobiana do extrato hidroetanólico da casca da *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz contra microrganismos gram-positivos e gram-negativos. A coleta da espécie ocorreu no município de Caruaru – PE. As amostras vegetais foram padronizadas e moídas no moinho de facas tipo Willye, sendo posteriormente submetidas ao processo de maceração com uma solução hidroalcoólica 70% por 48 horas. Finalmente, a amostra foi liofilizada, resultando no extrato obtido. Em seguida, realizou-se o estudo fitoquímico, analisando e quantificando os teores de compostos fenólicos, taninos, flavonóides e cumarinas. Compostos fenólicos e taninos foram analisados segundo Amorim *et al.* (2008), usando o método Folin-Ciocalteu. Os flavonoides foram analisados conforme Peixoto Sobrinho *et al.* (2008), fundamentado na reação do íon Alumínio ( $Al^{3+}$ ), e as cumarinas foram analisadas segundo a metodologia de Osório e Martins (2004). Posteriormente, realizou-se o ensaio de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) frente a cepas de microrganismos gram-positivos (*Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis*) e gram-negativos (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* e *Pseudomonas aeruginosa*). Os resultados fitoquímicos foram expressos em equivalentes gramas, com valores de 584,87 mg EAT/g para fenóis totais, 374,69 mg EAT/g para taninos, 29,51 mg ER/g para flavonoides e 9,22 mg EC/g para cumarinas. Os valores referentes ao ensaio de avaliação da atividade antimicrobiana mostraram CIM e CBM idênticas para ambos os microrganismos gram positivos, sendo 0,512mg/ml. Para os gram negativos, observou-se CIM de 8,192 mg/ml para *E. coli*, 8,192 mg/ml para *K. pneumoniae* e 4,096 mg/ml para *P. aeruginosa*. A CBM para *E. coli* e *K. pneumoniae* foi superior a 8,192 mg/ml, enquanto para *P. aeruginosa* foi de 8,192 mg/ml. O extrato demonstrou atividade contra os microrganismos testados, corroborando com estudos prévios e destacando a relevância da *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz como fonte promissora de compostos bioativos com atividade antimicrobiana. No entanto, é crucial ressaltar a necessidade de pesquisas mais aprofundadas, especialmente estudos *in vivo*.

**Palavras-chave:** Metabólitos Secundários; Atividade Antimicrobiana; Plantas Medicinais; Etnobotânica.

## ABSTRACT

Medicinal plants emerge as an alternative therapy, standing out for their ease of accessibility and cost-effectiveness. *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz, belonging to the Leguminosae family, is commonly known as "catingueira" and was previously identified as *Caesalpinia pyramidalis* [Tul.]. It has various popular uses, including antimicrobial, anti-inflammatory, gastroprotective, and radioprotective activities. The main objective of this study was to assess the antimicrobial activity of the hydroethanolic extract from the bark of *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz against gram-positive and gram-negative microorganisms. The collection of the species took place in the municipality of Caruaru – PE. Plant samples were standardized and ground in a Willye knife mill, subsequently subjected to maceration with a 70% hydroalcoholic solution for 48 hours. Finally, the sample was lyophilized, resulting in the obtained extract. Subsequently, a phytochemical study was conducted, analyzing and quantifying the levels of phenolic compounds, tannins, flavonoids, and coumarins. Phenolic compounds and tannins were analyzed according to Amorim et al. (2008), using the Folin-Ciocalteu method. Flavonoids were analyzed according to Peixoto Sobrinho et al., based on the reaction of the Aluminum ion ( $Al^{3+}$ ), and the coumarins were analyzed according to the methodology of Osório and Martins (2004). Afterwards, the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) assays were performed against strains of gram-positive microorganisms (*Staphylococcus aureus* and *Enterococcus faecalis*) and gram-negative microorganisms (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Pseudomonas aeruginosa*). Phytochemical results were expressed in gram equivalents, with values of 584.87 mg GAE/g for total phenols, 374.69 mg GAE/g for tannins, 29.51 mg RE/g for flavonoids, and 9.22 mg CE/g for coumarins. The values related to the antimicrobial activity evaluation assay showed identical MIC and MBC for both gram-positive microorganisms, at 0.512 mg/ml. For gram-negative microorganisms, there were MIC values of 8.192 mg/ml for *E. coli*, 8.192 mg/ml for *K. pneumoniae*, and 4.096 mg/ml for *P. aeruginosa*. The MBC for *E. Coli* and *K. pneumoniae* exceeded 8.192 mg/ml, while for *P. aeruginosa*, it was 8.192 mg/ml. The extract demonstrated activity against the tested microorganisms, corroborating with previous studies and emphasizing the significance of *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz as a promising source of bioactive compounds with antimicrobial activity. However, it is crucial to emphasize the need for more in-depth research, especially *in vivo* studies.

**Keywords:** Secondary Metabolites; Antimicrobial Activity; Medicinal Plants; Ethnobotany.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                      |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figura 1</b> - Estrutura do tanino hidrolisável (a) e condensado (b).....                                                                                                                         | <b>15</b> |
| <b>Figura 2</b> - Estrutura fundamental dos flavonóides.....                                                                                                                                         | <b>15</b> |
| <b>Figura 3</b> - Estrutura fundamental das cumarinas.....                                                                                                                                           | <b>16</b> |
| <b>Figura 4</b> - <i>Poincianella pyramidalis</i> [Tul.] L.P Queiroz.....                                                                                                                            | <b>17</b> |
| <b>Figura 5</b> - Representação esquemática e ilustrativa da redução da Resazurina para Resorufina.....                                                                                              | <b>28</b> |
| <b>Figura 6</b> - Microplaca de 96 poços após a adição da resazurina.....                                                                                                                            | <b>29</b> |
| <b>Figura 7</b> - Extrato bruto seco de cascas da <i>Poincianella pyramidalis</i> [Tul.] L.P Queiroz.....                                                                                            | <b>31</b> |
| <b>Figura 8</b> - Microplaca de 96 poços, na parte superior temos o ensaio referente ao microorganismo <i>P.aeruginosa</i> e na parte inferior, temos microorganismo referente a <i>E.coli</i> ..... | <b>34</b> |
| <b>Figura 9</b> - Teste para o microorganismo <i>K.pneumoniae</i> na parte superior. Na parte inferior temos os testes para controle do caldo Mueller Hinton e do extrato.....                       | <b>35</b> |
| <b>Figura 10</b> - Testes dos microrganismos gram positivos, na parte superior temos o <i>Enterococcus faecalis</i> , na inferior o <i>Staphylococcus aureus</i> .....                               | <b>35</b> |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tabela 1</b> - Classes de compostos fenólicos já elucidados em plantas consideradas medicinais.....                                              | <b>15</b> |
| <b>Tabela 2</b> - Características gerais das cepas de <i>E. coli</i> quanto às características patogênicas.....                                     | <b>22</b> |
| <b>Tabela 3</b> - Resultados referentes a quantificação dos compostos bioativos da casca da <i>Poincianella pyramidalis</i> [Tul.] L.P Queiroz..... | <b>32</b> |
| <b>Tabela 4</b> - Resultados do ensaio de Sensibilidade Antimicrobiana.....                                                                         | <b>35</b> |

## SUMÁRIO

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                                    | <b>10</b> |
| <b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>                                | <b>11</b> |
| 2.2 Objetivos específicos.....                              | 11        |
| <b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                         | <b>12</b> |
| 3.1 Plantas medicinais e etnobotânica.....                  | 12        |
| 3.2 Metabólitos secundários e atividade antimicrobiana..... | 13        |
| 3.3 <i>Poincianella pyramidalis</i> [tul.] l.p queiroz..... | 17        |
| 3.4 Bactérias gram positivas e gram negativas.....          | 18        |
| 3.4.1 <i>Staphylococcus aureus</i> .....                    | 18        |
| 3.4.2 <i>Enterococcus faecalis</i> .....                    | 19        |
| 3.4.3 <i>Escherichia coli</i> .....                         | 20        |
| 3.4.4 <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....                   | 22        |
| 3.4.5 <i>Klebsiella pneumoniae</i> .....                    | 23        |
| <b>4 METODOLOGIA.....</b>                                   | <b>24</b> |
| 4.1 Material vegetal e Obtenção do extrato.....             | 24        |
| 4.2 Determinação do Conteúdo Fenóis Total.....              | 24        |
| 4.3 Determinação do Conteúdo de Taninos.....                | 25        |
| 4.4 Determinação do Conteúdo de Flavonoides.....            | 25        |
| 4.5 Determinação do conteúdo de cumarinas.....              | 26        |
| 4.6 Ensaio de Sensibilidade Antimicrobiana.....             | 26        |
| 4.6.2 Preparação dos inóculos.....                          | 26        |
| 4.6.3 CIM e CBM.....                                        | 27        |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                        | <b>30</b> |
| 5.1 Quantificação Fitoquímica.....                          | 30        |
| 5.2 CIM e CBM.....                                          | 32        |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>                                     | <b>36</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                      | <b>37</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que os povos originários foram os pioneiros no uso de plantas medicinais. No decorrer dos anos, a humanidade aprendeu a identificar as propriedades e substâncias medicinais desses organismos e utilizá-los com frequência para tratar ou gerar alívio de algumas enfermidades. O conhecimento sobre os efeitos terapêuticos das plantas passou de geração em geração e atualmente o saber popular é enriquecido com o saber científico (Matos, 2021).

No final do século XX, na 8ª Conferência Nacional no Brasil, foi estabelecido que as práticas alternativas de saúde deveriam integrar o Sistema Único de Saúde (SUS). Essa decisão visava aos usuários a escolha da terapêutica desejada. Após duas décadas, com a regulamentação da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) e da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF), foi determinada a incorporação de plantas medicinais e da fitoterapia no SUS, com foco na Atenção Primária à Saúde (APS) como mais uma forma de tratamento para doenças, valorizando também o conhecimento popular (Patricio, *et al.*, 2022).

Endêmica da região da caatinga, a *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz, pertencente à família leguminosae, é uma planta medicinal conhecida popularmente como "catingueira" e anteriormente identificada como *Caesalpinia pyramidalis* [Tul.]. A casca dessa planta possui uma fonte valiosa de compostos bioativos e tem despertado crescente interesse devido às suas propriedades medicinais (Moraes, *et al.*, 2020).

No decorrer dos anos ocorreram diversos estudos científicos sobre a composição química da casca da *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz, onde foi descoberto a presença de diversos compostos, como flavonóides (especialmente biflavonoides), taninos, alcalóides, ácidos graxos e outros metabólitos secundários, essa riqueza fitoquímica sugere um potencial significativo para atividades farmacológicas, incluindo atividade antioxidante, anti-inflamatória, e antimicrobiana (Sousa, *et al.*, 2021). Desse modo, o principal objetivo deste estudo é avaliar os principais metabólitos secundários contidos nesse extrato e quantificar o seu potencial efeito antimicrobiano.

## 2 OBJETIVO GERAL

Realizar estudo fitoquímico e avaliar a atividade antimicrobiana do extrato bruto seco de *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz frente a cepas de bactérias Gram positivas e Gram negativas.

### 2.2 Objetivos específicos

- Obter o extrato bruto seco da casca de *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz;
- Quantificar a concentração de polifenóis totais, taninos, flavonoides e cumarinas, presentes no extrato bruto da casca da espécie *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz;
- Investigar a atividade antimicrobiana do extrato através de ensaio in vitro de Concentração Inibitória Mínima (CIM) frente aos microrganismos: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Klebsiella pneumoniae*.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Plantas medicinais e etnobotânica

A partir dos saberes transmitidos entre as gerações, o uso de plantas medicinais vem ganhando cada vez mais notoriedade na sociedade contemporânea, e isso está ligado aos conhecimentos obtidos por meio da etnobotânica (Bezerra, 2019). Nesse contexto, o resgate dos conhecimentos que originaram os estudos sobre as espécies vegetais promove uma valorização dos conhecimentos empíricos e proporciona um maior entendimento dos fatores que envolvem os indivíduos, bem como a natureza (Ferreira *et al.*, 2020).

A etnobotânica nos trouxe diversas referências de estudos envolvendo características biológicas e terapêuticas de inúmeras espécies já catalogadas, e que eram utilizadas como uma forma de tratamento para diferentes patologias, contribuindo assim para a criação de novos produtos pela indústria farmacêutica (Brandão, 2016). Através disso, esses saberes se tornaram de suma importância na contribuição de conhecimentos que ajudaram a promover uma maior consolidação dos trabalhos científicos inerentes à fitoterapia, o que repercutiu diretamente nos conhecimentos farmacológicos da atualidade. (Ferreira.f, *et al.*, 2020).

Para Bezerra (2019), plantas medicinais são aquelas que apresentam nos seus órgãos sexuais moléculas que possuem a capacidade de propiciar uma melhoria na condição clínica do paciente, e se denotam como uma terapia alternativa. Estudos mostraram que cerca de 80% da população de países em desenvolvimento utilizam plantas medicinais para diversos tipos de tratamentos, e isso está relacionado com o alto custo medicamentoso, diferentemente do que ocorre com os valores para se adquirir as espécies medicinais (Brandão, 2016).

A difusão dos conhecimentos populares sobre as plantas medicinais é essencial para desvendar a sua capacidade clínica, e isso é explicado a partir da presença dos compostos bioativos (Silva, 2020). Desse modo, é necessário um embasamento prévio a respeito desses compostos, que também podem ser denominados de metabólitos secundários, para uma melhor avaliação das suas potencialidades terapêuticas (Karam *et al.*, 2013).

### 3.2 Metabólitos secundários e atividade antimicrobiana

Os metabólitos secundários (Tabela 1) são compostos provenientes de sínteses bioquímicas que a planta realiza, além de possuírem estrutura química complexa e de difícil elucidação estrutural, apresentam efeitos biológicos importantes, diferentemente dos metabólitos primários que são essenciais para o crescimento do vegetal (Simões, 2017). Se caracterizam normalmente por serem encontrados em baixas concentrações e em apenas alguns grupos de vegetais, sendo usados em diversas funções no sistema biológico vegetal (Pereira, Cardoso, 2012).

São produzidos a partir de reações das moléculas orgânicas, catalisadas por enzimas, que acontecem nos organismos vivos e estão diretamente ligadas com a capacidade de adaptação e defesa das plantas (Marzzoco, Torres, 2007). Existem grupos desses compostos bioativos que já possuem ações farmacológicas já reconhecidas na literatura, são eles, compostos fenólicos, terpenos, lectinas e as saponinas, apresentando uma considerável atividade antimicrobiana (Silva, 2020). Estas substâncias também podem manifestar um grande espectro de atividades biológicas, tais como, antioxidantes e antiinflamatórios (Simões, 2017).

Os compostos fenólicos fazem parte do grupo dessas substâncias e possuem inúmeras aplicações na medicina tradicional, além disso, é de suma importância para alguns segmentos da indústria, seja no ramo farmacêutico, alimentício ou agrônomo (Silva, 2020). Essa classe de metabólitos também está relacionada em diversas funções no metabolismo vegetal, atuando nos mecanismos que envolvem a sobrevivência e a disseminação naquelas plantas consideradas superiores, fazendo com que elas apresentem determinadas características organolépticas que servirão de atração para certos animais que auxiliarão nos processos de propagação e dispersão das suas sementes (Simões, 2017).

Na sua estrutura química há pelo menos um grupo fenólico, e pode ter até mesmo mais de uma hidroxila por anel aromático (Silva, 2020). Numerosos tipos de compostos fenólicos já foram descobertos em várias plantas arbustivas, alguns desses se apresentam em espécies que são amplamente utilizadas na nossa composição alimentar, dentre as quais, legumes e vegetais, limão, laranja, maçã, uva e ameixa (Dall'antonia, 2014). Os compostos fenólicos são obtidos a partir de três rotas metabólicas, via do chiquimato, pentose-fosfato e fenilpropanóide, sendo

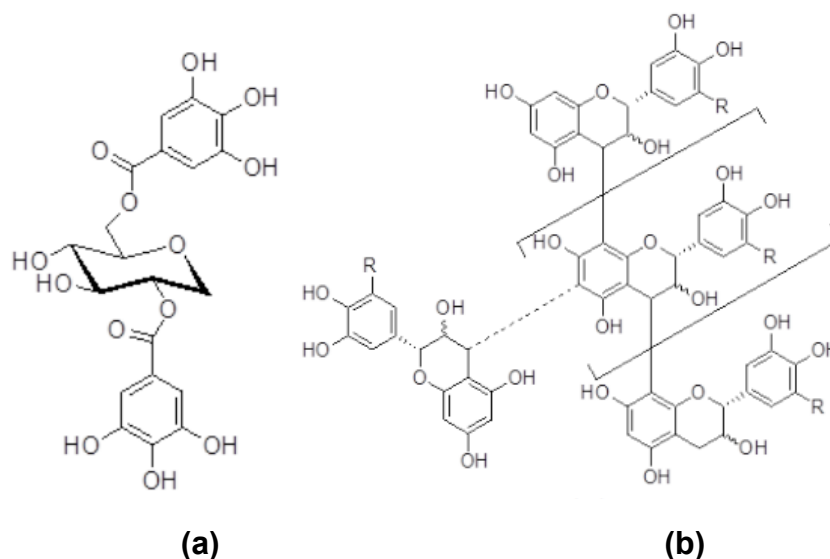
a partir disso dividido em quatro grandes classes : taninos e flavonóides, cumarinas e ácidos fenólicos (Neves, 2015).

**Tabela 1** - Classes de compostos fenólicos já elucidados em plantas consideradas medicinais.

| <b>Classe</b>                             | <b>Estrutura</b>  |
|-------------------------------------------|-------------------|
| Fenólicos simples, benzoquinonas          | $C_6$             |
| Ácidos hidroxibenzóicos                   | $C_6-C_1$         |
| Acetofenol, ácidos fenilacéticos          | $C_6-C_2$         |
| Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides | $C_6-C_3$         |
| Nafitoquinonas                            | $C_6-C_4$         |
| Xantonas                                  | $C_6-C_1-C_6$     |
| Estilbenos, antoquinonas                  | $C_6-C_2-C_6$     |
| Flavonóides, isoflavonóides               | $C_6-C_3-C_6$     |
| Lignanas, neolignanas                     | $(C_6-C_3)_2$     |
| Biflavonóides                             | $(C_6-C_3-C_6)_2$ |
| Ligninas                                  | $(C_6-C_3)_n$     |
| Taninos condensados                       | $(C_6-C_3-C_6)_n$ |

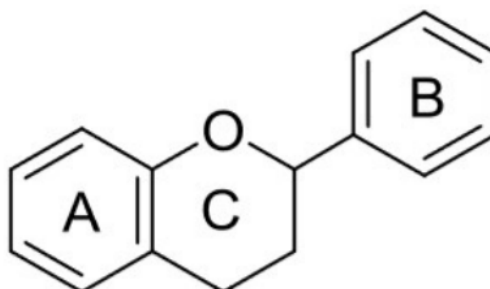
**Fonte:** Angelo; Jorge, 2006

Os taninos são um grupo de compostos polifenólicos com estruturas moleculares complexas e distintas (Calegari *et al.*, 2021). Podemos classificá-los em duas categorias: os taninos condensados, também chamados de proantocianidinas, que possuem características bem definidas, como alta adstringência e uma forte afinidade com proteínas, e os taninos hidrolisáveis, que são ésteres do ácido gálico ou elágico (figura 1), que desempenham um papel crucial na composição dessas substâncias (Chaves, 2021). As suas propriedades fisiológicas são amplamente diversificadas, apresentando efeitos benéficos em diferentes áreas, como agente antiviral e antimicrobiano (Politi, 2009). Além disso, essas substâncias não se limitam apenas a benefícios internos, apresentando também atividade impermeabilizante e mucoprotetora de forma tópica (Monteiro *et al.*, 2005).

**Figura 1-** Estrutura do tanino hidrolisável (a) e condensado (b)

**Fonte:** Sociedade Brasileira de Farmacognosia, 2024.

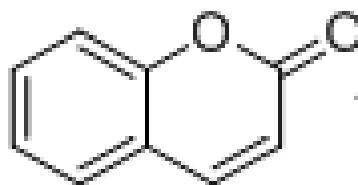
Os flavonoides (figura 2) são compostos que surgem a partir da rota dos fenilpropanóides, embora apresentem algumas variações em suas estruturas, a forma predominante se configura com um núcleo central composto por 15 átomos de carbono, oriundo de duas fenilas conectadas por uma cadeia com três carbonos (Silva, 2020). São encontrados em maior quantidade nas principais partes da espécie vegetal (cascas, folhas, raízes e frutos), e estão relacionados com a defesa e maturação da planta, participando dos mecanismos de combate a radicais livres realizados por ela (Silveira, 2018). Com relação à atividade biológica, podem apresentar : atividade antioxidante, antitumoral, anti-inflamatória e antiviral (Santos; Rodrigues, 2017).

**Figura 2 -** Estrutura fundamental dos flavonóides

**Fonte:** Modificado de Santos; Rodrigues, 2017

As cumarinas (figura 3) são um tipo de metabólito que não são obtidas unicamente a partir do metabolismo vegetal, podendo ser produzidas em microrganismos e algumas espécies de animais, seja na forma glicosilada ou isolada (Neves, 2015). São derivadas do metabolismo da fenilalanina, e apresentam propriedades terapêuticas já evidenciadas, como antiviral, antifúngico e citotóxica (Silva, 2020). São bem distribuídas na planta e possuem um padrão bastante semelhante, porém, existe uma expressiva notoriedade da sua concentração em partes como as folhas e os frutos (Neves, 2015). Já os ácidos fenólicos são derivados do ácido benzóico e cinâmico e apresentam um grande potencial oxidante e antimicrobiano (Silva, 2020).

**Figura 3** - Estrutura fundamental das cumarinas



**Fonte** - Sociedade brasileira de farmacognosia, 2024.

Os primeiros relatos sobre o uso dos antimicrobianos surgiram por volta de 3000 anos atrás, onde diversos povos se valiam de certos tipos de fungos, conhecidos como bolores, que possuíam uma poderosa atividade biológica contra determinados patógenos causadores de infecções existentes naquela época (Rabêlo, 2014). Atualmente, nos deparamos com uma realidade alarmante, uma vez que o consumo cada vez mais frequente dessas substâncias tem se tornado uma preocupação séria no âmbito da saúde pública (Oliveira, 2022).

Isso se deve ao fato de que os microrganismos estão desenvolvendo uma resistência a esses agentes, o que pode ser atribuído a diversos fatores, como a exposição a essas drogas sem a devida indicação clínica e a interrupção prematura do tratamento antes do prazo estabelecido pelo profissional responsável (Silva; Aquino, 2018). A partir desses acontecimentos, a indústria farmacêutica está intensificando suas pesquisas em busca de soluções inovadoras para enfrentar essa constante ameaça bacteriana (Neri, 2016).

Extratos obtidos de plantas medicinais têm demonstrado uma considerável atividade antimicrobiana, ganhando cada vez mais reconhecimento e mostrando-se extremamente promissores na luta contra diversos microorganismos (Carvalho, 2014). O extrato vegetal contém uma ampla variedade de componentes, cujas substâncias podem interagir de maneira sinérgica, essa interação confere um mecanismo de ação desconhecido contra esses patógenos, dificultando sua capacidade em desenvolver resistência e diminuindo sua adaptabilidade (Neri, 2016).

### 3.3 *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz

A espécie vegetal *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz (figura 4), família leguminosae, era denominada como *Caesalpinia pyramidalis* [Tul.], e como resultado da última revisão taxonômica passou a pertencer ao gênero *poincianella*, conhecida popularmente como catingueira, pau-de-rato e catinga-de-porco, apresenta relevância na fitoterapia e na atividade socioeconômica nordestina (Queiroz, 2009).

**Figura 4 - *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P. Queiroz**



**Fonte :** Saraiva, 2007

Nativa do bioma caatinga é uma das plantas que apresenta maior predominância nesta região, destacando-se a utilização na marcenaria, uma vez que é uma boa fonte de energia, por sua madeira conter altos teores de celulose e lignina (Matias *et al.*, 2017). Como também no emprego da medicina popular onde

suas cascas, flores e folhas são comumente utilizadas para tratar tosse, bronquite, infecções respiratórias, gripes, asma, gastrite, cólicas, febres, azia, diarreia, dores de estômago, expectorante e inflamações gerais (Moraes *et al.*, 2020).

Alguns estudos já evidenciaram as potencialidades biológicas que essa planta possui, dentre as quais temos a atividade antimicrobiana oriunda das suas cascas e folhas (Chaves, 2016).

### 3.4 Bactérias gram positivas e gram negativas

As infecções bacterianas são um problema de saúde pública global, com impacto significativo na morbimortalidade, podendo ser causadas por diferentes classes de patógenos, sendo as bactérias Gram positivas e Gram negativas as mais comuns (Tortora, 2017). Com relação as principais diferenças entre esses dois grupos, as gram positivas possuem uma parede celular espessa composta principalmente por peptidoglicano, enquanto as bactérias Gram negativas possuem uma parede celular mais fina, composta por uma camada de peptidoglicano e uma membrana externa lipopolissacarídica (figura 5) (Murray *et al.*, 2014).

As manifestações fisiológicas que ambos os grupos apresentam, possuem certas particularidades, infecções provocadas por bactérias Gram positivas possuem uma clínica associada a infecções de pele, tecidos moles e infecções no trato respiratório, podendo ser tratadas com uma grande diversidade de antibióticos, tais como, as penicilinas e cefalosporinas (Tortora, 2017). Por outro lado, as infecções por bactérias Gram negativas são relativamente mais graves e difíceis de tratar. essas bactérias são associadas a infecções do trato urinário, infecções respiratórias e infecções do trato gastrointestinal, apresentando diversos mecanismos de resistência, limitando as opções terapêuticas disponíveis (Oliveira, Paula, 2021).

#### 3.4.1 *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* é uma bactéria Gram positiva que está associada a diversas condições clínicas, podendo ser encontradas principalmente na pele e nas membranas que envolvem as mucosas (Taylor; Unakal, 2017). No trato respiratório se apresentam como um dos principais microrganismos causadores de pneumonia e de outras infecções associadas. Além disso, em um estudo realizado nos estados unidos em 2017, foi constatado que situações de bacteremia desencadeadas por

esse patógeno resultam em um índice de mortalidade superior à soma das fatalidades causadas pela síndrome de imunodeficiência adquirida(aids), tuberculose e hepatite viral (Cheung *et al*, 2021).

Apesar de estar presente na microbiota da maioria dos indivíduos, o *Staphylococcus aureus* é reconhecido por sua patogenicidade elevada. Algumas das enfermidades associadas a esse microrganismo são desencadeadas pela produção de toxinas, vistas nos quadros clínicos da síndrome da pele escaldada, intoxicação alimentar e síndrome do choque tóxico (Lima *et al*, 2015) .

A resistência à meticilina, conhecida como mrsa (methicillin-resistant *staphylococcus aureus*), constitui um dos desafios mais complicados ligados a este microrganismo (Silva *et al*, 2020). O gene *mecA* desempenha um papel crucial ao participar na síntese da proteína chamada PBP2a (penicilina-binding protein 2a), que é indispensável para que a bactéria desenvolva sua resistência. esta proteína atua como um alvo secundário que resiste aos efeitos dos antimicrobianos (Cerqueira; Almeida, 2013).

### 3.4.2 *Enterococcus faecalis*

*Enterococcus faecalis* é um coco Gram positivo que se constitui como uma das principais espécies comensais que colonizam o trato gastrointestinal, podendo se tornar um patógeno oportunista em certas condições (Freitas, 2022). Estudos apontam que tanto na Europa quanto nos eua, a espécie *E. faecalis* se mostra como uma das principais responsáveis por causar sepses e infecções no trato urinário relacionadas à utilização de cateteres em ambientes hospitalares (Tiburcio, 2021).

Também tem sido relacionada a quadros de endocardite, prostatite, celulite, infecções no trato urinário e até ao desenvolvimento de neoplasias intestinais (Freitas *et al*, 2023). Além disso, de acordo com Tiburcio (2021) infecções por este microrganismo vem se mostrando cada vez mais complicado para se tratar, visto que, apresentam resistência intrínseca a vários antimicrobianos (cefalosporinas, aminoglicosídeos em baixo nível, clindamicina, sulfametoxazol/trimetropim, trimetropim, ácido fusídico, quinupristina/dalfopristina, aztreonam, polimixina b e ácido nalidíxico).

Existem vários mecanismo de virulência que ainda não foram totalmente esclarecidos, mostrando-se associados a diferentes genes, gerando uma grande

capacidade para aumentar processos infecciosos e provocar uma resposta imune exacerbada no sítio inflamatório (Lângaro, 2020).

### 3.4.3 *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é um microrganismo pertencente à família Enterobacteriaceae, considerada uma bactéria anaeróbia facultativa, fermentadora de carboidrato, facilmente cultivada na rotina laboratorial, onde na maioria das vezes pode se apresentar como comensal, não causando doença em seu hospedeiro (Almeida; Andrade, 2013). Porém, em animais com uma condição imunológica comprometida, cepas não patogênicas podem causar uma série de complicações (Coura *et al*, 2014).

Por outro lado, as cepas de *E.coli* consideradas agressivas apresentam diferenças nos antígenos e nos fatores de virulência que impactam diretamente na sua patogenicidade (tabela 2), podendo causar diversas manifestações clínicas no organismo. os sorotipos que se mostram mais perigosos são: Ppec ( *E. coli* enteropatogênica), Eiec ( *E. coli* enteroinvasora), Etec ( *E. coli* enterotoxigênica), Eaec ( *E. coli* enterro-agregativa ), *E. coli* difusivamente aderente (Daec) e a Ehec (*E.coli* enterohemorrágica) ( Rosa *et al*, 2016)

A *E.coli* enteropatogênica (Epec) é conhecida por ocasionar quadros diarreicos graves, principalmente no público infantil pelo fato do sistema imunológico da criança ainda não estar totalmente desenvolvido (Murray, 2014) . Essa manifestação clínica é produzida quando as bactérias se ligam às células epiteliais que recobrem o intestino delgado, ocasionando uma reação inflamatória grave que resulta na destruição das microvilosidades e conseqüentemente ocasiona problemas na absorção de nutrientes ( Almeida, 2013).

Em relação a *E.coli* enteroinvasiva (Eiec), possuem uma grande semelhança com a *Shigella spp*, provocando uma diarreia com características bastantes aquosas, podendo levar a quadros de ulcerações se não for tratada adequadamente ( Rosa, 2016). A *E.coli* enterotoxigênica (Etec) possui a maioria dos seus casos notificados em países em desenvolvimento, o principal público acometido são as crianças e os turistas que viajam para essas áreas e o seu principal meio de transmissão se dá a partir do consumo de água contaminada (Murray *et al*, 2014).

As espécies definidas como *e.coli* enteroagregativa (Eaec) possuem uma semelhança social e sintomatológica muito semelhante àquelas vistas anteriormente, provocando quadros de diarreia aguda e crônica em crianças e em viajantes. Sendo popularmente conhecida como diarreia dos viajantes (Oliveira, 2022). A *E.coli* difusamente aderente (Daec), possui a capacidade de se aderir a células do epitélio, resultando em uma diarreia aquosa (Almeida; Andrade, 2013). A *E.coli* enterohemorrágica pode causar quadros clínicos graves, como a Síndrome hemolítica-urêmica, colite hemorrágica e a diarreia aquosa (Rosa, 2016).

**Tabela 2** - Características gerais das cepas de *E. coli* quanto às características patogênicas.

| <b>Cepas</b>             | <b>Aspectos relativos à virulência</b>                                                                                                 | <b>Patologias relacionadas</b>                                          | <b>Aspectos clínicos</b>                                         |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Epec (enteropatógênica)  | Fímbrias formadoras de feixes, com efeito de fixação e ofuscamento                                                                     | Bebês vivendo em países em desenvolvimento                              | Diarreia aquosa, vômitos                                         |
| Eiec (enteroinvasora)    | Utilizam proteínas de adesina para se ligar e entrar nas células intestinais                                                           | Diarreia profunda e febre alta, assemelha-se a shigella spp.            | Diarreia                                                         |
| Etec (enterotoxigênica)  | Fímbrias, enterotoxinas sensíveis e enterotoxinas estáveis ao calor                                                                    | Diarreia da infância em países em desenvolvimento; diarreia do viajante | Diarreia aquosa                                                  |
| Ehec (enterohemorrágica) | Shiga-toxinas 1 e 2; efeito de fixação e ofuscamento; presença do plasmídeo po157 (genes para hemolisinas, catalase - peroxidase, etc) | Surtos transmissíveis via alimentos e água em países desenvolvidos      | Diarreia aquosa, colite hemorrágica, síndrome hemolítica-urêmica |
| Eaec (enteroagregadora)  | Fímbrias, citotoxinas                                                                                                                  | Diarreia da infância; diarreia do viajante                              | Diarreia com muco                                                |

|                            |               |                     |          |
|----------------------------|---------------|---------------------|----------|
| Daec<br>(adesão<br>difusa) | Desconhecidos | Crianças<br>maiores | Diarreia |
|----------------------------|---------------|---------------------|----------|

**Fonte:** Modificado e adaptado de Donnenberg, (2012); Lim *et al.*, (2010)

#### 3.4.4 *Pseudomonas aeruginosa*

*Pseudomonas aeruginosa* é uma bactéria Gram negativa ambiental comum de diferentes espécies, onde algumas causam infecções oportunistas em plantas e humanos, como enterite em crianças. Um grande número de vias metabólicas e genes reguladores tornam esta bactéria altamente adaptável a diferentes condições de crescimento. Sua versatilidade nutricional, grande número de fatores de virulência e alta resistência a antibióticos tornam essa bactéria extremamente difícil de erradicar de pessoas infectadas, especialmente infecções pulmonares em pacientes com fibrose cística (Laborda *et al*, 2022).

*Pseudomonas* é um gênero de bactérias, cujo verdadeiro habitat incluem muitas espécies diferentes, algumas patogênicas para humanos e plantas, e outras com potencial biotecnológico. Dentre elas, a *Pseudomonas aeruginosa* é atualmente um dos patógenos mais importantes em hospitais. Além disso, esse microrganismo é a causa comum de infecção crônica em pacientes com fibrose cística e naqueles com doença pulmonar obstrutiva crônica (Silva Filho, *et al*, 2013). O sucesso dela na colonização de diferentes habitats depende em grande parte da sua versatilidade e metabolismo robusto. Este agente patogênico contém no seu genoma central um grande conjunto de determinantes de virulência que lhe permitem invadir/infectar uma grande variedade de hospedeiros, desde protozoários até humanos (Laborda *et al*, 2022).

Nesse sentido, *Pseudomonas aeruginosa* apresenta baixa suscetibilidade a alguns antibióticos atualmente utilizados no tratamento. Isto se deve à redução da permeabilidade da membrana e à presença em seu genoma de um conjunto de genes que codificam bombas de escape multidrogas e enzimas inativadoras de antibióticos que contribuem para sua resistência aos antibióticos (Martins *et al*, 2010). Além da resistência intrínseca, ela também tem a capacidade de evoluir para a resistência aos antibióticos através de mutações (especialmente relevante no caso de infecções crônicas) através da aquisição de genes de resistência, deve-se notar

que adaptações não são o único jeito da cepa evitar os efeitos dos antibióticos. A resistência transitória também pode induzir esse fenótipo (Santos *et al*, 2015).

#### 3.4.5 *Klebsiella pneumoniae*

A bactéria *Klebsiella pneumoniae* é classificada como Gram-negativa e pertence à família Enterobacteriaceae, reconhecida como um patógeno oportunista, ela é responsável por diversas infecções em seres humanos, especialmente em contextos hospitalares. O tratamento padrão para infecções por essa bactéria envolve comumente o uso de  $\beta$ -lactâmicos e outros antibióticos eficazes contra bactérias da família enterobacteriaceae. Contudo, é importante ressaltar que cepas resistentes a antibióticos e cepas hiper virulentas dessa bactéria surgiram de forma independente ao redor do mundo (Martin, *et al.*, 2018).

Os grupos mais vulneráveis a infecções por *k. pneumoniae* abrangem recém-nascidos, idosos e indivíduos imunocomprometidos. além de ser encontrada no ambiente, como solo e águas superficiais, e em superfícies abióticas, como instrumentos médicos, *k. pneumoniae* coloniza mucosas humanas, especialmente na orofaringe e no trato gastrointestinal, podendo invadir outros tecidos a partir dessas regiões. nas últimas décadas, tem-se observado um significativo aumento na incidência de *k. pneumoniae* multirresistente, destacando a importância de uma compreensão mais aprofundada da patogênese dessa bactéria (guerra, et al., 2022).

A *Klebsiella pneumoniae* é um patógeno bacteriano conhecido pela alta frequência e diversidade de genes de resistência antimicrobiana. Além de ser um problema clínico significativo, é nela que esses tipos de genes são frequentemente descobertos antes mesmo de se disseminarem para outros patógenos. Suas características, como distribuição ecológica abrangente, composição de DNA variada, diversidade genética e carga plasmídica elevada em comparação com outros oportunistas Gram negativos, sugerem um papel fundamental na disseminação de genes de resistência de micróbios ambientais para patógenos clinicamente relevantes (Wyres, et al., 2018).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Material vegetal e Obtenção do extrato

A coleta da espécie foi realizada no Sítio Malhada de Pedra, município de Caruaru – PE, um exemplar foi preparado para depósito da exsicata.

As amostras vegetais foram pulverizadas em moinho vertical de facas tipo Willye, padronizado em tamises 20 mesh. Após isso, o material vegetal foi submetido a técnica de maceração, no qual ficou em solução hidro-etanólica a 70% durante 48h, período necessário para uma extração satisfatória dos metabólitos secundários. Por fim, o extrato bruto foi obtido após a evaporação a pressão reduzida, seguido do processo de liofilização. O rendimento (%) foi realizado utilizando a razão entre o peso do extrato seco sobre o peso da droga vegetal pulverizada macerada, multiplicando por 100, conforme Rodrigues et al (2011).

$$Re : \frac{\text{Peso extrato seco}}{\text{Peso droga vegetal}}$$

### 4.2 Determinação do Conteúdo Fenóis Total

Para a determinação dos teores de fenólicos totais foi utilizada a metodologia descrita por Amorim et al. (2008), empregando o método Folin-Ciocalteu. O extrato seco de cada planta foi diluído em metanol P.A. numa concentração de 1mg/mL em balão volumétrico de 50 mL, em triplicata. Adicionou uma alíquota de 0,2 mL (200 µL) do extrato diluído a um tubo de ensaio. Posteriormente, foram adicionados 500 µL do reagente Folin Ciocalteu (solução aquosa 10%), 1 mL de solução de carbonato de sódio (7,5%) e completado o volume com água destilada para 10 mL. Após a preparação desta solução, a mistura foi agitada adequadamente, permanecendo em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz, a temperatura ambiente. Após esse período, a absorbância da mistura foi medida a 760 nm contra um branco preparado com água destilada. Como padrão utilizou o ácido tânico, preparou-se uma curva de calibração nas concentrações de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0 µg/mL, respectivamente. A cor azul produzida pela reação apresenta absorção máxima a 760 nm e é proporcional a taxa de compostos fenólicos. O teor

de fenóis totais foi expresso como miligramas equivalentes de ácido tânico por grama de amostra (mg EAT/g) (Amorim *et al.*, 2008).

#### 4.3 Determinação do Conteúdo de Taninos

A determinação do teor de taninos foi realizado segundo protocolo desenvolvido por Amorim *et al.* (2008) e adaptado para as espécies. Os extratos secos foram diluídos em metanol P.A. numa concentração de 1 mg/mL em balão volumétrico de 50 mL, em triplicata. Posteriormente, foram pesados 1 g de caseína e transferidos para erlenmeyer de 50 mL, adicionando 6 mL da amostra diluída e 12 mL de água destilada, em triplicata. Após 3 (três) horas de reação sob agitação, o conteúdo foi filtrado em balão volumétrico e completado o volume para 25 mL com água destilada. Foi retirada uma alíquota de 1 mL e quantificados os fenóis residuais pelo método Folin-Ciocalteu. Como padrão foi utilizado o ácido tânico, a curva de calibração foi preparada conforme descrito no item anterior.

#### 4.4 Determinação do Conteúdo de Flavonoides

A quantificação dos teores de flavonoides foi baseada na metodologia descrita por Peixoto Sobrinho *et al.* (2008). O método é fundamentado na reação do íon Alumínio ( $Al^{3+}$ ) com moléculas de flavonoides da amostra, estabelecendo o complexo estável flavonóide  $Al^{3+}$ , de coloração amarela, cuja intensidade é proporcional a concentração de flavonoides. Esta reação promove um deslocamento batocrômico e uma intensificação de suas absorções, podendo ser quantificado sem sofrer influência de outros compostos fenólicos presentes na amostra. O extrato seco foi pesado e diluído em metanol P.A. numa concentração de 1 mg/mL em balão volumétrico de 50 mL, em triplicata. Para quantificar os flavonoides, uma alíquota de 0,2 mL (200  $\mu$ L) do extrato diluído foi transferida para tubos de ensaio. Posteriormente, foram adicionados 0,120 mL (120  $\mu$ L) de ácido acético glacial, 2 mL da solução de piridina (20%, v/v em metanol P.A), 0,5 mL (500  $\mu$ L) do reagente cloreto de alumínio (5%, p/v em água destilada) e completado o volume para 10 mL com água destilada em cada tubo. Após a preparação desta solução, a mistura foi agitada adequadamente, permanecendo em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz, a temperatura ambiente. Após esse período, a absorbância foi determinada a 420 nm contra um branco preparado com água destilada. A curva de calibração foi

preparada com alíquotas de 0,05; 0,10; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,50; 2,00 mL da solução de rutina (0,1 mg/mL em metanol), em tubos de ensaio. Posteriormente, foram adicionados 120 µL da solução de ácido acético, 2 mL da solução de piridina, 0,5 mL do reagente cloreto de alumínio. O volume final foi completado para 10 mL com água destilada. As concentrações finais de rutina foram de 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0; 15,0; 20,0 µg/mL, respectivamente. O teor de flavonoides totais foi expresso como miligramas equivalente de rutina por grama de extrato (mg ER/g).

#### 4.5 Determinação do conteúdo de cumarinas

O ensaio colorimétrico foi baseado na metodologia descrita por Osório e Martins (2004) com adaptações para quantificar o conteúdo de cumarinas. Foram transferidos 0,5 mL do extrato diluído (1,0 mg/mL) para tubos de ensaio. Posteriormente, foram adicionados 2 mL de água destilada e 500 µL da solução de acetato de chumbo. As amostras foram agitadas e, em seguida, foram adicionados 7 mL de água destilada. Foi feita a filtragem e desta solução, 2 mL foram transferidos para novos tubos de ensaio e adicionados 8 mL da solução de ácido clorídrico. As amostras permaneceram por 30 minutos ao abrigo da luz à temperatura ambiente. A absorbância da mistura foi medida a 320 nm contra um branco preparado com água destilada. A curva de calibração (alíquotas de 10, 25, 100, 200, 300, 400, 500 µL) foi preparada com uma solução padrão de 1,2-benzopirona e todos os demais reagentes citados anteriormente para os extratos, aferindo-se o volume final para 10 mL com água destilada. O ensaio foi realizado em triplicata e as concentrações finais de cumarinas ficarão entre 0,4-20,0 µg/mL. O teor de cumarinas totais será expresso como miligramas equivalente de cumarinas por grama de extrato (mg EC/g).

#### 4.6 Ensaio de Sensibilidade Antimicrobiana

##### 4.6.2 Preparação dos inóculos

Os microrganismos utilizados no teste foram: *Staphylococcus aureus* (S. aureus ATCC 29213), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 700603), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853) e *Escherichia coli* (ATCC 25922).

As cepas de teste foram inicialmente armazenadas em caldo BHI (Brain Heart Infusion) e reativadas em caldo Mueller-Hinton por 24 horas a 37°C para assegurar a viabilidade e o crescimento adequado dos microrganismos. Posteriormente, foram preparadas placas de Petri contendo ágar Mueller-Hinton, meio de cultivo padrão para testes de sensibilidade antimicrobiana. As bactérias foram inoculadas nas placas utilizando a técnica de esgotamento em estrias com uma alça bacteriológica esterilizada, permitindo o isolamento de colônias distintas. As placas foram então incubadas a 35°C em uma estufa bacteriológica por 24 horas. Após o período de incubação, foram avaliadas para a presença de colônias bacterianas características e ausência de contaminações, garantindo a pureza das culturas.

Para a preparação do inóculo, uma alça bacteriológica de 10 microlitros foi utilizada para transferir colônias isoladas para uma solução salina estéril de NaCl 0,85%. A densidade celular da suspensão bacteriana foi ajustada utilizando um espectrofotômetro, de modo a alcançar uma absorbância entre 0,09 e 0,11, equivalente à turvação da escala 0,5 de McFarland, correspondendo aproximadamente a uma concentração de  $1,5 \times 10^8$  UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônia por mililitro). Esta suspensão inicial foi então diluída em solução salina estéril até atingir uma concentração final de  $1,5 \times 10^6$  UFC/mL, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2010).

#### 4.6.3 CIM e CBM

A metodologia de Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi realizada utilizando a técnica de microdiluição em placas de 96 poços estéreis, conforme as recomendações do CLSI (2010). Inicialmente, pesou-se 200 mg do extrato seco, que foi solubilizado em 10 mL de uma mistura de DMSO (dimetilsulfóxido a 10%) e água estéril, obtendo-se uma solução mãe com concentração de 20 mg/mL. Todos os poços das linhas A, B, C, F, G e H foram preenchidos com 100 µL de caldo Mueller-Hinton. Em seguida, realizou-se a microdiluição seriada do extrato diretamente nos poços, do 1º ao 10º poço, descartando-se 100 µL ao final da série. Os poços 11 e 12 serviram como controles positivo e negativo de crescimento, respectivamente. O poço 11 continha apenas caldo Mueller-Hinton e inóculo,

enquanto o poço 12 recebeu o inóculo, caldo Mueller-Hinton e o agente antimicrobiano clorexidina a 2%.

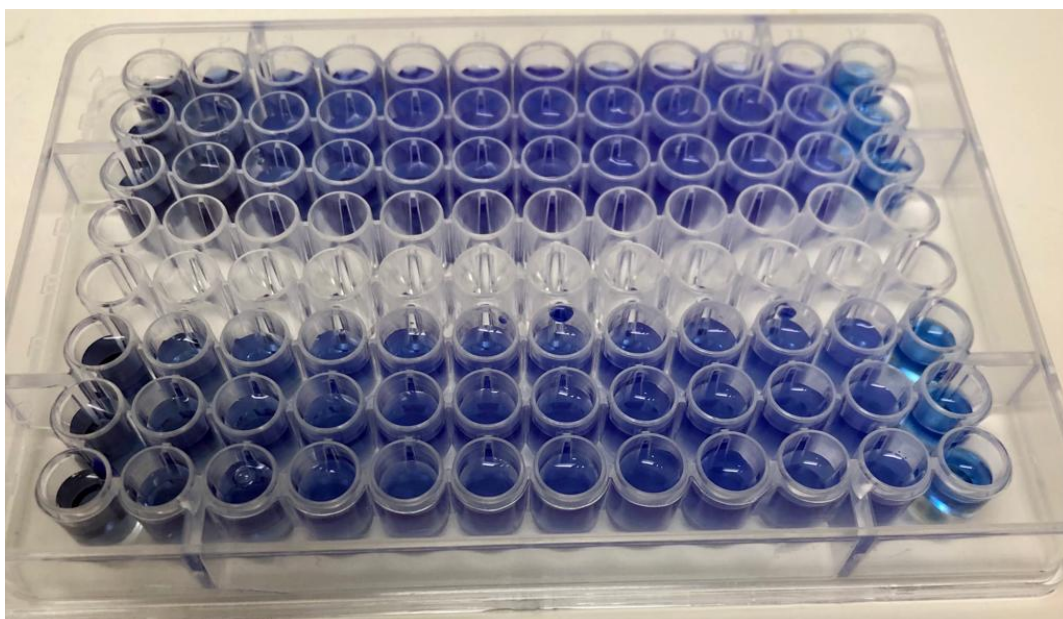
Duas linhas da microplaca de 96 poços foram reservadas para o controle do extrato e do caldo Mueller-Hinton. Os experimentos foram realizados em triplicata, garantindo a reprodutibilidade dos resultados. Para a detecção de viabilidade celular, foi utilizada a resazurina (7-hidroxi-3H-fenoxazina-3-ona-10-óxido), que possui coloração azul. Em contato com células viáveis, a resazurina é reduzida a resorufina, resultando em uma mudança de coloração para rosa, devido a uma reação de oxirredução (Castro, 2017). Este método é visualizado nas Figuras 6 e 7, onde a coloração rosa indica a presença de células viáveis e a coloração azul indica ausência de atividade metabólica. Este procedimento assegura a precisão na avaliação da atividade antimicrobiana do extrato testado e permite a correta interpretação dos resultados experimentais.

**Figura 5** - Representação esquemática e ilustrativa da redução da Resazurina para Resorufina



**Fonte :** Silva (2021).

**Figura 6** - Microplaca de 96 poços após a adição da resazurina



**Fonte :** Autor (2024)

Para avaliar a Concentração Bactericida Mínima (CBM) os conteúdos dos poços onde houveram inibição de crescimento microbiano na técnica de CIM, foi semeado em placa de petri contendo ágar Mueller Hinton, com o auxílio de alça descartável de 10  $\mu$ L, e incubadas por 24 h a 37° C pelo qual foi observado a formação ou não de colônias. A CBM foi caracterizada pela não formação de colônias bacterianas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Quantificação Fitoquímica

O extrato obtido apresentou um aspecto esfarelado e pedregoso, conforme ilustrado na Figura 10, com um rendimento aproximado de 18%. A quantificação fitoquímica revelou a presença significativa de fenóis totais, taninos, flavonóides e cumarinas, conforme detalhado na Tabela 2. A presença desses metabólitos é de grande relevância, pois impacta diretamente o potencial antimicrobiano do extrato. Os resultados foram expressos em equivalentes gramas, demonstrando a concentração dos compostos bioativos presentes no extrato. Para os fenóis totais, a concentração foi de 584,87 mg EAT/g (equivalentes de ácido tânico por grama), enquanto os taninos apresentaram uma concentração de 374,69 mg EAT/g. Os flavonoides foram quantificados em 29,51 mg ER/g (equivalentes de rutina por grama) e as cumarinas em 9,22 mg EC/g (equivalentes de cumarina por grama).

A alta concentração de fenóis totais e taninos sugere uma forte atividade antioxidante e antimicrobiana, visto que esses compostos são conhecidos por suas propriedades biológicas. Flavonóides e cumarinas, embora presentes em menores quantidades, também contribuem para a atividade biológica do extrato, reforçando seu potencial terapêutico. Esses dados corroboram com estudos anteriores que associam a presença de tais metabólitos secundários à eficácia antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais.

**Tabela 3** - Resultados referentes a quantificação dos compostos bioativos da casca da *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz

|                      | <b>Teor médio<br/>(mg/g)</b> | <b>Cv (%)</b> | <b>Dp</b> | <b>Padrão</b> |
|----------------------|------------------------------|---------------|-----------|---------------|
| <b>Fenóis totais</b> | 584,87 mg<br>EAT/g           | 1,87 %        | 10,92     | Ácido tânico  |
| <b>Taninos</b>       | 374,69 mg<br>EAT/g           | 6,37%         | 23,89     |               |
| <b>Flavonóides</b>   | 29,51 mg<br>ER/g             | 29,70 %       | 8,76      | Rutina        |
| <b>Cumarinas</b>     | 9,22 mg EC/g                 | 36%           | 7,43      | Cumarinas     |

**Fonte :** Autor (2024)

Figura 7 - Extrato bruto seco de cascas da *Poincianella pyramidalis* [Tul.] L.P Queiroz



**Fonte :** Autor (2024)

É notório que o percentual de compostos biologicamente ativos encontrados em uma planta pode retratar diversas possibilidades terapêuticas que ela possa vir a proporcionar. Segundo chaves (2015), a catingueira apresentou uma ótima capacidade antiinflamatória, antinociceptiva, antifúngica, gastroprotectora, radioprotectora, anticancerígena e antioxidante em distintas partes da planta, validando diversos usos tradicionais que foram destacados nos estudos estudo

etnobotânicos, ressaltando sempre a necessidade de pesquisas mais enfáticas e principalmente estudos in vivo.

Fernandes (2020) reportou a presença de vários compostos fenólicos nas partes aéreas da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, mostrando-se uma ótima atividade antioxidante e antimicrobiana. Além disso, nos estudos de Saraiva (2012) utilizando as folhas, cascas, caule e raiz, evidenciou-se a presença de alguns compostos, dentre os quais, flavonóides e derivados cinâmicos, como também, esteroides e açúcares. Bahia (2002) relatou a descoberta em abundância de diversos constituintes químicos, onde utilizou um extrato etanólico do caule da catingueira, enfatizando a presença de cumarinas, taninos, flavonóis, flavanonas e esteróides. Todos esses achados corroboram com o presente estudo.

## 5.2 CIM e CBM

Os resultados referentes aos ensaios da concentração inibitória e bactericida mínima realizado neste estudo (Quadro 3 e figuras 9,10 e 11) observaram que houveram diferenças significativas entre o perfil de sensibilidade dos grupos Gram positivos e Gram negativo. As bactérias do grupo das Gram positivas mostraram-se mais sensíveis, apresentando valores iguais para a CIM e para a CBM que foi correspondente a 0,512mg/ml. Por outro lado, os microrganismos Gram negativos apresentaram uma certa resistência, pois os seus valores foram bem mais elevados quando comparados aos Gram positivos, resultando em valores de CIM de 8,192 mg/ml, 8,192 mg/ml e 4,096 mg/ml para a *E.coli*, *K. pneumoniae* e *P. aeruginosa*, respectivamente.

Peixoto Filho (2015) afirmou que extratos submetidos a ensaios de sensibilidade antimicrobiana podem ser classificados com base na concentração inibitória mínima (CIM) da seguinte forma:  $CIM > 1000 \mu\text{g/mL}$  é considerado inativo,  $500 < CIM < 1000 \mu\text{g/mL}$  indica atividade baixa, valores entre  $100 \mu\text{g/mL}$  e  $500 \mu\text{g/mL}$  indicam atividade moderada, e  $CIM < 100 \mu\text{g/mL}$  indicam atividade forte. De acordo com esta classificação, o extrato estudado demonstrou atividade antimicrobiana contra bactérias Gram-positivas (*Staphylococcus aureus* e *Enterococcus faecalis*), mas foi ineficaz contra bactérias Gram-negativas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli*). Esses

resultados podem ser atribuídos às diferenças na composição da parede celular desses microrganismos, sugerindo que o mecanismo de ação do extrato está relacionado à interação com a parede celular bacteriana.

Ribeiro *et al* (2013) relataram a atividade antimicrobiana do extrato etanólico da casca interna da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz contra cepas de *Helicobacter pylori*, uma bactéria Gram-negativa, utilizando a metodologia de microdiluição em caldo. Eles obtiveram valores de CIM e concentração bactericida mínima (CBM) de 625 µg/mL e 10.000 µg/mL, respectivamente.

Em relação às bactérias Gram-positivas, Saraiva (2007) demonstrou, através da técnica de difusão em ágar, uma notável atividade antimicrobiana contra cepas ATCC de *Staphylococcus aureus*, utilizando extratos das partes aéreas da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. Estes extratos foram obtidos utilizando três tipos de solventes diferentes: hexano, acetato de etila e metanol, o que permitiu uma maior obtenção de compostos durante o processo de extração, resultando em um aumento significativo da atividade antibacteriana. Esses resultados também corroboram os achados do presente estudo, destacando a eficácia do extrato contra bactérias Gram-positivas.

A presença de fenóis totais, taninos, flavonóides e cumarinas no extrato, como demonstrado na quantificação fitoquímica, pode explicar a atividade antimicrobiana observada. Estes compostos são conhecidos por suas propriedades antimicrobianas, sugerindo que a combinação desses metabólitos pode ter contribuído para a eficácia do extrato, particularmente contra as bactérias Gram-positivas. A investigação adicional sobre o mecanismo de ação desses compostos pode proporcionar uma melhor compreensão do potencial terapêutico do extrato estudado.

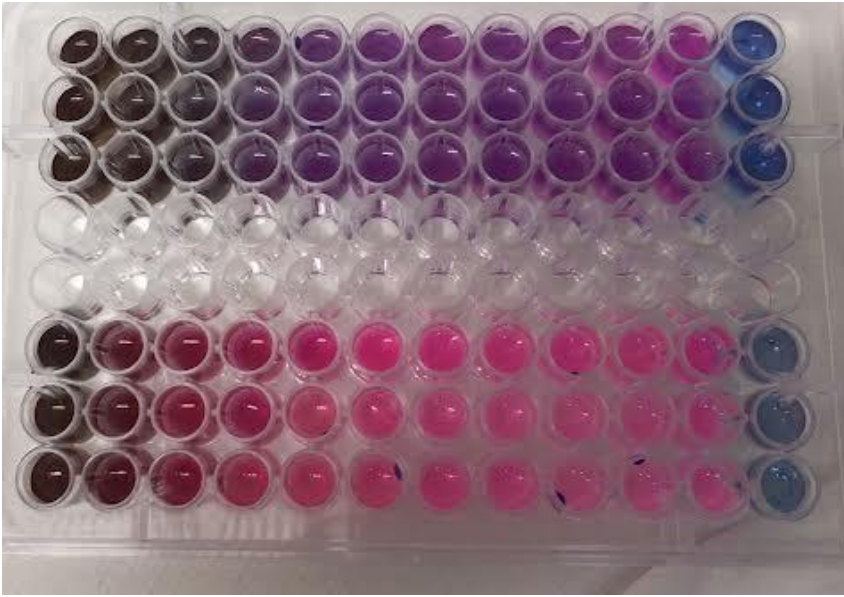
Silva-Lacerda *et al* (2016) também encontrou bons resultados para vários tipos de microrganismos, analisando diferentes extratos obtidos a partir da rizosfera da *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz contra fungos da espécie *fusarium* e *candida albicans*, como também para cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a meticilina (MRSA) e *bacillus subtilis*, utilizando a técnica de difusão em disco e fermentação submersa para diferentes meios de cultura.

Tabela 4 - Resultados do ensaio de Sensibilidade Antimicrobiana

|                | Microorganismos     | CIM         | CBM          |
|----------------|---------------------|-------------|--------------|
| Gram negativas | <i>E.coli</i>       | 8,192 mg/ml | >8,192 mg/ml |
|                | <i>K.pneumoniae</i> | 8,192 mg/ml | >8,192 mg/ml |
|                | <i>P.aeruginosa</i> | 4,096 mg/ml | 8,192 mg/ml  |
| Gram positiva  | <i>S.aureus</i>     | 0,512mg/ml  | 0,512mg/ml   |
|                | <i>E.faecalis</i>   | 0,512mg/ml  | 0,512mg/ml   |

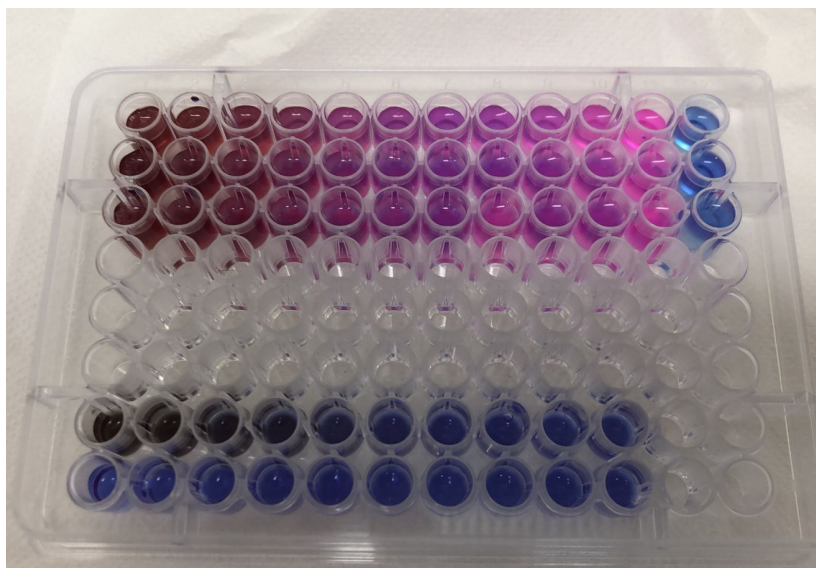
Fonte : Autor (2024)

Figura 8 - Microplaca de 96 poços, na parte superior temos o ensaio referente ao microorganismo *P.aeruginosa* e na parte inferior, temos microorganismo referente a *E.coli*



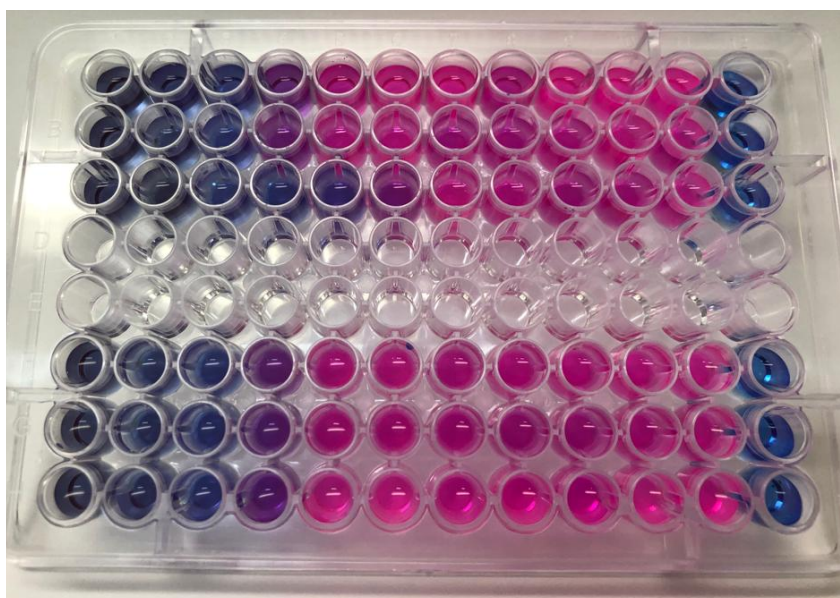
Fonte : Autor ( 2024).

**Figura 9** - Teste para o microrganismo *K.pneumoniae* na parte superior. Na parte inferior temos os testes para controle do caldo Mueller Hinton e do extrato.



**Fonte :** Autor (2024)

**Figura 10** - Testes dos microrganismos gram positivos, na parte superior temos o *Enterococcus faecalis*, na inferior o *Staphylococcus aureus*.



**Fonte :** Autor (2024)

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho nos mostrou que o extrato hidroetanólico da catingueira apresentou resultados contra os microrganismos do grupo dos Gram positivos e Gram negativos. A correlação entre a presença de compostos bioativos e a atividade antimicrobiana destaca a importância dessas substâncias na potencialização dos efeitos terapêuticos da planta. Os achados corroboram com os estudos prévios, reforçando a relevância da *Poincianella pyramidalis* [tul.] L.P. Queiroz como uma fonte promissora de compostos bioativos com atividade antimicrobiana. No entanto, é crucial ressaltar a necessidade de pesquisas mais aprofundadas, especialmente estudos *in vivo*, para validar e explorar plenamente o potencial terapêutico que ela possui. Essas descobertas contribuem para a compreensão da aplicabilidade da *Poincianella pyramidalis* [tul.] L.P. Queiroz na medicina tradicional e destacam a importância de investigações adicionais para ampliar o conhecimento sobre seus benefícios à saúde.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.M. S.; ANDRADE, M. A. **Características biológicas e antigênicas de escherichia coli com ênfase aos genes de virulência**. Universidade Federal de Goiás—Escola Veterinária Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Anima, Goiânia, 2013.
- AMORIM, E. L. C. *et al.* A simple and accurate procedure for the determination of tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Functional Ecosystems and Communities**. v. 2, n. 1, p. 88-94, 2008.
- BAHIA, M. V. **Estudo químico de Caesalpinia pyramidalis (Leguminosae)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 2002.
- BEZERRA, J.J.L. **Perfil fitoquímico, atividade antimicrobiana e potencial antioxidante de cyperacea juss.** 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019
- BRANDÃO, J. M. P. **Perfil etnobotânico: O uso de plantas medicinais por uma comunidade rural da cidade de Lagoa Seca**, PB. 2016. 32f. Monografia (Especialização em Etnobiologia)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- CALEGARI, L.*et al.* Quantificação de taninos nas cascas de jurema-preta e acácia-negra. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [S. l.], v. 36, n. 85, p. 61–69, 2021.
- CARVALHO, A. F. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana de extratos etanólico e de ciclohexano a partir das flores de camomila (*Matricaria chamomilla* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 16, n. 3, p. 521–526, jul. 2014.
- CASTRO, C. H. D. F. **Padronização e Análise da Atividade Microbicida de Células Mononucleares de Sangue Periférico Contra Mycobacterium 73 tuberculosis Utilizando a Resazurina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Bioógicas) – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p.16-17. 2017.
- CERQUEIRA, E. S.; ALMEIDA, R. C.C. Staphylococcus aureus resistente à metilicina (MRSA) em alimentos de origem animal: uma revisão sistemática. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, [S. l.], v. 72, n. 4, p. 268–281, 2013. Disponível em: <https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32928>. Acesso em: 19 ago. 2023.
- CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute: Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twentieth Informacional Supplement: M100 – S20 & M100-S- U, 2010.

COURA, F. M.; LAGE, A. P.; HEINEMANN, M. B.. Patotipos de *Escherichia coli* causadores de diarreia em bezerros: uma atualização. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 811–818, set. 2014.

CHAVES, I.L.S. TANINOS VEGETAIS: QUALIDADE E RENDIMENTO SÃO INFLUENCIADOS PELO AMBIENTE? **Editora Científica Digital**, n.2, p. 33-52, novembro 2021.

CHAVES, T.P. Estudo químico-farmacológico do extrato seco de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz .Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. Recife, 2016.

CHEUNG, G. Y. C., Bae, J. S., & Otto, M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. **Virulence**, 12(1), 547–569.  
<https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>

DALL'ANTONIA, L.H; ARCHELA, E. Determinação de compostos fenólicos no vinho: uma revisão. Semina: **Ciências Exatas e Tecnológicas** , [S. l.] , v. 34, n. 2, pág. 193–210, 2014. DOI: 10.5433/1679-0375.2013v34n2p193.

DONNENBERG, M.S. **Infecções causadas por *Escherichia coli* e outro bacilos entéricos gram-negativos.**  
<[http://www.medicinanet.com.br/conteudos/acp-medicine/4663/infeccoes\\_causadas\\_por\\_escherichia\\_coli\\_e\\_outros\\_bacilos\\_entericos\\_gram\\_negativos\\_%E2%80%93\\_michael\\_s\\_donne.htm](http://www.medicinanet.com.br/conteudos/acp-medicine/4663/infeccoes_causadas_por_escherichia_coli_e_outros_bacilos_entericos_gram_negativos_%E2%80%93_michael_s_donne.htm)>. Acesso em: 20 out. 2023

SILVA, A.C.*et al.* *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina em alimentos e sua prevalência no Brasil: uma revisão. **Revista Brasileira de Microbiologia** , v. 51, p. 347-356, 2020.

SOUSA, L.M.S. *et al.* *Poincianella pyramidalis* (Tul) LP Queiroz: A review on traditional uses, phytochemistry and biological-pharmacological activities. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 264, p. 113181, 2021.

FERREIRA, A. L.S., Pasa, M. C., Nunez, C. V. (2020). A etnobotânica e o uso de plantas medicinais na Comunidade Barreirinho, Santo Antônio de Leverger, Mato Grosso, Brasil. *Interações (Campo Grande)*, 21(4), 81-830.

FERREIRA, F. G.P. *et al.* Uso de plantas medicinais no Ceará: uma revisão da literatura de 2008 a 2018. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.5, p.198-209, 2020.

FERNANDES, P.R.D; BIZERRA,A.M.C. Avaliação quantitativa de atividades antioxidantes das plantas nativas da Região do Alto Oeste Potiguar/RN. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 2, p. 76, 2020.

FREITAS, L.D. **Fatores de virulência de *Enterococcus faecalis* associados ao câncer colorretal**: revisão de literatura. 2022.

FREITAS, L.D. *et al.* Mecanismos de virulência de *Enterococcus faecalis* associados ao câncer colorretal. **RevSALUS-Revista Científica Internacional da Rede Acadêmica das Ciências da Saúde da Lusofonia**, v. 5, n. 2, 2023.

GUERRA, M.E.S. *et al.* *Klebsiella pneumoniae* biofilms and their role in disease pathogenesis. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 12, p. 877995, 2022.

KARAM, T.K. *et al.* Carqueja (*Baccharis trimera*): utilização terapêutica e biossíntese. **Revista brasileira de plantas medicinais**, 15 (2), 280-286, Guarapuava - Paraná, 2013

LABORDA, P. *et al.* Resistência a antibióticos em *Pseudomonas*. In: *Pseudomonas aeruginosa: Biologia, Patogênese e Estratégias de Controle*. Cham: **Springer International Publishing**, 2022. p. 117-143.

LÂNGARO, M.C. **Ocorrência de *Enterococcus faecalis* em infecções endodônticas persistentes**: revisão de literatura. 2020.

LIMA, M.F.P. *et al.* *Staphylococcus aureus* e as infecções hospitalares—revisão de literatura. **Uningá Review**, v. 21, n. 1, 2015.

MARTIN, R.M; BACHMAN, M.A. Colonization, infection, and the accessory genome of *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers in cellular and infection microbiology**, v. 8, p. 4, 2018.

MARTINS, F.; VITORINO, João; ABREU, Ana. Avaliação do perfil de susceptibilidade aos antimicrobianos de microrganismos isolados em urinas na região do Vale do Sousa e Tâmega. **Acta medica portuguesa**, v. 23, n. 4, p. 641-6, 2010.

MARZZOCO, A; TORRES, B.B. **Bioquímica Básica**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 736, 2007.

MATIAS, J. R.; SILVA, F. F. S.; DANTAS, B. F. **Catingueira-verdadeira *Poincianella pyramidalis* [Tul.] LP Queiroz**. Nota Técnica, n. 6, 2017.

MATOS, S.F. **Plantas medicinais no nordeste brasileiro: biodiversidade e os seus usos**. 2021.

MONTEIRO, J.M. *et al.* Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quim Nova [Internet]**. 2005 set;28(5):892–6.

MORAES, S.Z.C de. *et al.* Antinociceptive and anti-inflammatory effect of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz, **Journal of Ethnopharmacology**, v.254, 112563, ISSN 0378-8741, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112563>.

MURRAY, P. R; Rosenthal, K. S; Pfaller, M. A. **Microbiologia médica**. Elsevier Brasil, 2014

NERI, P. M. S. **Extração de compostos fenólicos de *Maytenus rigida* MART. (BOMNOME): Planejamento fatorial e atividade antimicrobiana. Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. Recife, 2016.

NEVES, P. D.O. Importância dos compostos fenólicos dos frutos na promoção da saúde. Dissertação de mestrado – Universidade Fernando Pessoa (Portugal). **ProQuest Dissertations Publishing**, 2015. 29102131.

OLIVEIRA, A. C. A pandemia da resistência bacteriana e o papel dos profissionais de enfermagem. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, Goiânia, Goiás, Brasil, v. 24, p. 74354, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fen/article/view/74354>. Acesso em: 25 jul. 2023.

OLIVEIRA, C.M.A. **Enteropatógeno Emergente: uma revisão sobre *Escherichia coli* enteroagregativa**. 2022.

OLIVEIRA, J.W.A ; PAULA, C.C. Bactérias Gram-negativas multirresistentes: revisão sobre os desafios e demais discussões. **Caderno de Publicações Univag**, n. 11, 2021.

OSÓRIO, A.C.; MARTINS, J.L.S. Determinação de cumarina em extrato fluido e tintura de guaco por espectrofotometria derivada de primeira ordem. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**. v. 40, n. 4, p. 481-486, 2004.

PATRÍCIO, K.P. *et al.* Medicinal plant use in primary health care: an integrative review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 677-686, 2022.

PEREIRA, R.J; CARDOSO, M.G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of biotechnology and Biodiversity**, v.3, n.4, p. 146-152, novembro, 2012.

PEIXOTO, F. C. S. **Caracterização físico-química e atividades biológicas das folhas de *Adenocalymma imperatoris-maximilianii* (WAWRA) L.G. LOHMANN (BIGNONEACEAE)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas.) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p79. 2015.

PEIXOTO, S. T. J. S. *et al.* Validação de metodologia espectrofotométrica para quantificação dos flavonóides de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 44, n. 4, p. 683-689, 2008.

POLITI, F.A.S. **Estudos farmacognósticos e avaliação de atividades biológicas de extratos obtidos das cascas pulverizadas de *Endopleura uchi* (Huber) Cuatrec.** / Flávio Augusto Sanches Politi. – Araraquara, 2009. 143 f.

QUEIROZ, L.P. **Leguminosas da caatinga**. I. ed. Feira de Santana: Universidade Estadual, v. 1, p. 44, 2009.

RABÊLO, S. V. **Revisão de alcalóides do gênero *Annona*, estudo fitoquímico e avaliação da atividade biológica de atemoia (*Annona cherimola* x *Annona***

**squamosa**). Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Semiárido, Petrolina – PE, 2014.

RIBEIRO, A.R.S. *et al.* 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.

ROSA, J.L.*et al.* Características da *Escherichia coli* enterohemorrágica (EHEC). **Saúde & Ciência em Ação**, v. 2, n. 1, p. 66-78, 2016.

SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: Um estudo de revisão. **Estação Científica**. [s.l.], Macapá, v. 7, n. 3, p. 29-35, set./dez. 2017

SANTOS, I.A.L. *et al.* **Mecanismos de resistência antimicrobiana em *Pseudomonas aeruginosa***. 2015.

SARAIVA, A.M. **Estudo farmacognóstico e determinação da atividade biológica de *Caesalpinia pyramidalis* Tull. e *Schinopsis brasiliensis* Engl. frente a cepas de *Staphylococcus aureus* MRSA multirresistentes**. 2007. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SARAIVA, A.M. *et al.* Antimicrobial activity and bioautographic study of antistaphylococcal components from *Caesalpinia pyramidalis* Tull. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 48, p. 147-154, 2012.

SILVA, F. L. V. R. F. *et al.* Infecção por *Pseudomonas aeruginosa* em pacientes com fibrose cística: evidências científicas sobre o impacto clínico, diagnóstico e tratamento. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 39, p. 495-512, 2013.

SILVA, I. C.L. **Avaliação fitoquímica e antimicrobiana de *tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf.(mussambê)**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SILVA, J.V.D. **Extrato de *Cedrela Odorata* L. como modificador de resistência microbiana de cepas multirresistentes de *staphylococcus aureus***. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. Recife, 2020.

SILVA, L. G. R. *et al.* Antimicrobial potential of actinobacteria isolated from the rhizosphere of the Caatinga biome plant *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Genet. Mol. Res**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2016.

SILVA, M. O; AQUINO, S. Resistência aos antimicrobianos: uma revisão dos desafios na busca por novas alternativas de tratamento. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 8, n. 4, p. 472-482, 8 out. 2018.

SILVEIRA, R.C. **Ação da atividade antioxidante e determinação do conteúdo de flavonoides em chás comercializados na cidade do Recife**. Dissertação

(Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas. Recife, 2018

SIMÕES, C. M. O. Farmacognosia: do produto natural ao medicamento. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2017.

TAYLOR, Tracey A.; UNAKAL, Chandrashekhar G. *Staphylococcus aureus*. 2017.

TIBURCIO, A. A. C. M. *et al.* **Influência de antimicrobianos na expressão de genes de virulência associados à produção de biofilme em *Enterococcus faecalis***. 2021.

TORTORA, G. J; Funke, B. R; Case, C. L. Microbiologia. **Artmed Editora**, 2017.

WYRES, K. L.; HOLT, K.E. *Klebsiella pneumoniae* as a key trafficker of drug resistance genes from environmental to clinically important bacteria. **Current opinion in microbiology**, v. 45, p. 131-139, 2018.