



CENTRO UNIVERSITÁRIO DR. LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

MARIA ESTER MACIEL BENTO

**AVALIAÇÃO *in vitro* DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO
ETANÓLICO DA CASCA DO CAULE DE *Poincianella pyramidalis* FRENTE À
CEPAS BACTERIANAS PADRONIZADAS DE INTERESSE VETERINÁRIO**

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2024

MARIA ESTER MACIEL BENTO

AVALIAÇÃO *in vitro* DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DO CAULE DE *Poincianella pyramidalis* FRENTE À CEPAS BACTERIANAS PADRONIZADAS DE INTERESSE VETERINÁRIO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à Coordenação do curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio, em cumprimento as exigências para obtenção do grau Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Jennifer Figueiredo da Silva Oliveira

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação UNILEÃO - Centro
Universitário
Sistema de Bibliotecas Acadêmicas - BIA
Ficha catalográfica elaborada pelo BIA/UNILEÃO, com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

B478m Bento, Maria Ester Maciel

AValiação *in vitro* DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO ETANÓLICO DA
CASCA DO CAULE DE *Poincianella pyramidalis* FRENTE À CEPAS BACTERIANAS
PADRONIZADAS DE INTERESSE VETERINÁRIO. / Maria Ester Maciel Bento - Juazeiro do Norte,
2024.

44 f. : il. color.

Orientação: Dra. Jennifer Figueiredo da Silva Oliveira

TCC (Graduação) (Medicina Veterinária) - Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, 2024.

1. Antimicrobiano. 2. Bactérias patogênicas. 3. Fitoterápicos. 4. Catingueira. I. Oliveira, Prof^a. Dra.
Jennifer Figueiredo da Silva, Orient.

CDD 636.089

MARIA ESTER MACIEL BENTO

AVALIAÇÃO *in vitro* DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DO EXTRATO ETANÓLICO DA CASCA DO CAULE DE *Poincianella pyramidalis* FRENTE À CEPAS BACTERIANAS PADRONIZADAS DE INTERESSE VETERINÁRIO

Data da aprovação: 14/11/2024

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dra. Jennifer Figueiredo da Silva Oliveira

Orientada

Prof^ª. Dra. Layze Cilmara Alves Da Silva Vieira/ UFCA

Professora

Examinadora

Prof^ª. Dra. Germana Freire Rocha Caldas/ UNILEÃO

Professora

Examinadora

JUAZEIRO DO NORTE-CE

2023

Dedico este trabalho a Maria Angelica Bento do Nascimento e Francisca Luzia da Conceição, minhas avós, a quem a vida não deu a oportunidade de compreender a ciência do homem, mas cuidaram das feridas da carne e da alma de suas famílias com tradição e fé. E a meu avô, Francisco Manoel do Nascimento (*in memoria*), que partiu precocemente, mas por quem eu me vingarei da finitude da vida dedicando todas as minhas palavras.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, que, desde minha infância, enfrentou os desafios da minha criação por meio de uma guarda compartilhada. Embora essa situação tenha sido um obstáculo, ela me tornou mais resiliente. Sinto-me como uma colcha de retalhos, feita com os mais variados tecidos de cuidados e carinhos, tal como as que minhas avós costuravam, unindo partes distintas que, juntas, formam quem sou hoje.

Aos meus tios, que foram mais do que família — foram guias e apoiadores durante minha adolescência. Com eles, compreendi o que é cuidado e que um lar também se constrói com afeto compartilhado. Foram eles a ponte e o suporte nas fases mais desafiadoras, e meus maiores exemplos de dedicação.

Aos meus avós, cujo trabalho árduo sob o sol me deu, sem que soubessem, a liberdade de escolher os sonhos que hoje busco realizar. Foram deles os primeiros retalhos de coragem e persistência que compõem minha história. Por tudo o que sacrificaram e construíram, sou eternamente grata.

Aos meus irmãos, pois foram vocês que preencheram espaços que eu nem sabia que existiam. Antes de suas chegadas, havia em mim uma sensação de vazio, uma solidão que só mais tarde entendi ser a falta de vocês. Mesmo que o tempo dedicado aos estudos tenha me afastado, torço para que sintam orgulho do caminho que estou trilhando, pois, desejo construir um mundo melhor para vocês.

Aos amigos que caminharam comigo, minha profunda gratidão. Vocês foram risadas em meio à ansiedade e consolo nas horas difíceis. A cada momento compartilhado, lembraram-me que os desafios se tornam mais leves quando há amizade e compreensão.

À minha orientadora, agradeço sinceramente por todo o suporte, orientação e rigor acadêmico. Sua dedicação e compromisso com a excelência foram guias em cada etapa deste trabalho, e cada orientação que recebi foi fundamental para o desenvolvimento da minha pesquisa e minha formação acadêmica. Acima de tudo, agradeço pela generosidade com que compartilhou seu conhecimento e por ter sido uma fonte constante de inspiração profissional e

ética. Sou profundamente grata por sua contribuição inestimável ao meu crescimento acadêmico e pessoal.

À banca examinadora, deixo minha mais profunda gratidão. O respeito que sinto é imenso, e cada palavra e orientação será essencial em toda a minha trajetória acadêmica.

Por fim, à universidade que me acolheu em um momento de autodescoberta. Entrei ainda em busca de quem eu era, e, ao longo dos anos, fui me moldando e me encontrando. Levo comigo não apenas o conhecimento acadêmico, mas também a pessoa que me tornei e que, finalmente, nasci para ser.

“Tão importante quanto lutar, é escolher quais
brigas lutar.”

(Hendel Favarin)

RESUMO

O estudo realizado no Laboratório de Microbiologia e Imunologia do Hospital Veterinário da UNILEÃO investigou a atividade antimicrobiana *in vitro* do extrato etanólico da casca do caule de *Poincianella pyramidalis*, planta popularmente utilizada na medicina tradicional para tratar distúrbios gastrointestinais. Pesquisas anteriores sugerem que diferentes partes da planta, como raízes, folhas e flores, também apresentam propriedades terapêuticas, indicando seu potencial como fonte de compostos bioativos. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficácia do extrato contra cepas bacterianas padrão ATCC de relevância veterinária, incluindo *Staphylococcus aureus* S013, *Escherichia coli* E003, *Klebsiella pneumoniae* K001, *Enterococcus faecalis* E002 e *Pseudomonas aeruginosa* P003. A metodologia consistiu em diluições seriadas em placas de 96 poços para determinar a concentração inibitória mínima (CIM) e a concentração bactericida mínima (CBM) do extrato. Para *S. aureus* S013, a CIM foi de 156,25 µg/mL e a CBM de 1.250 µg/mL, enquanto *E. coli* E003 e *K. pneumoniae* K001 apresentaram CIM de 39,06 µg/mL e 78,125 µg/mL, respectivamente, com CBM de 78,125 µg/mL para ambas. Em *E. faecalis* E002, a CIM foi de 2.500 µg/mL e a CBM, a maior concentração testada, foi de 10.000 µg/mL. Não houve efeito bactericida para *P. aeruginosa* P003, apenas efeito bacteriostático. Conclui-se que o extrato da casca de *P. pyramidalis* possui potencial como agente antimicrobiano complementar na medicina veterinária, especialmente contra *S. aureus*, *E. coli* e *K. pneumoniae*, embora estudos adicionais sejam necessários para isolar compostos ativos e avaliar a toxicidade.

Palavras-chaves: Antimicrobiano; Bactérias patogênicas; Fitoterápicos; Catingueira.

ABSTRACT

The study conducted at the Microbiology and Immunology Laboratory of the UNILEÃO Veterinary Hospital investigated the *in vitro* antimicrobial activity of the ethanolic extract of the stem bark of *Poincianella pyramidalis*, a plant popularly used in traditional medicine to treat gastrointestinal disorders. Previous research suggests that different parts of the plant, such as roots, leaves and flowers, also have therapeutic properties, indicating its potential as a source of bioactive compounds. The objective of this work was to evaluate the efficacy of the extract against standard ATCC bacterial strains of veterinary relevance, including *Staphylococcus aureus* S013, *Escherichia coli* E003, *Klebsiella pneumoniae* K001, *Enterococcus faecalis* E002 and *Pseudomonas aeruginosa* P003. The methodology consisted of serial dilutions in 96-well plates to determine the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of the extract. For *S. aureus* S013, the MIC was 156.25 µg/mL and the MBC was 1,250 µg/mL, while *E. coli* E003 and *K. pneumoniae* K001 presented MICs of 39.06 µg/mL and 78.125 µg/mL, respectively, with MBC of 78.125 µg/mL for both. In *E. faecalis* E002, the MIC was 2,500 µg/mL and the MBC, the highest concentration tested, was 10,000 µg/mL. There was no bactericidal effect for *P. aeruginosa* P003, only a bacteriostatic effect. It is concluded that the bark extract of *P. pyramidalis* has potential as a complementary antimicrobial agent in veterinary medicine, especially against *S. aureus*, *E. coli* and *K. pneumoniae*, although additional studies are needed to isolate active compounds and evaluate toxicity.

Keywords: Antimicrobial; Pathogenic bacteria; Phytotherapeutics; Catingueira.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	DESENVOLVIMENTO	13
2.1	METODOLOGIA	13
2.1.1	Coleta e preparação do material vegetal	13
2.1.2	Preparação dos inóculos	14
2.1.2.1	Gram positivas	14
2.1.2.2	Gram negativas	14
2.1.3	Teste de microdiluição em caldo	16
2.2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.2.1	Caracterização geral <i>Poincianella pyramidalis</i> (tul.) Lp Queiroz	16
2.2.2	Aspectos químicos da casca do caule	18
2.2.3	Aspectos biológicos da casca do caule	20
2.2.4	Resistência bacteriana	20
2.2.5	Bactérias patogênicas	22
2.2.5.1	Gram positivas	22
2.2.5.1.1	<i>Staphylococcus aureus</i>	22
2.2.5.1.2	<i>Enterococcus faecalis</i>	23
2.2.5.2	Gram negativas	23
2.2.5.2.1	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	23
2.2.5.2.2	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	24
2.2.5.2.3	<i>Escherichia coli</i>	25
2.2.6	Extrato vegetal	26
2.2.6.1	Métodos de extração	26
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4	CONCLUSÃO	31
5	REFERÊNCIAS	33
6	APÊNDICES	39

1 INTRODUÇÃO

As infecções bacterianas representam um desafio constante na medicina veterinária, sendo responsáveis por uma ampla gama de doenças em diferentes espécies animais. Dentre os patógenos mais relevantes, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae* e *Escherichia coli* destacam-se por seu impacto na saúde animal, comumente associados a infecções de pele, respiratórias, gastrointestinais e urinárias (Quinn *et al.*, 2018).

Dentre as bactérias Gram-positivas, *Staphylococcus aureus* é reconhecida por causar piодermites em cães e gatos, além de estar associada a mastite em bovinos e infecções pós-cirúrgicas e *Enterococcus faecalis*, embora faça parte da microbiota intestinal, pode causar infecções oportunistas, como endocardite, infecções urinárias e de feridas cirúrgicas (Acosta *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2024). Entre as bactérias Gram-negativas, *Escherichia coli* está frequentemente relacionada a gastroenterites, infecções urinárias e septicemias em cães, gatos e bovinos, enquanto *Klebsiella pneumoniae* é conhecida por causar infecções respiratórias e mastite em bovinos (Camargo; Suffredini, 2014; Sousa *et al.*, 2019). *Pseudomonas aeruginosa*, uma bactéria oportunista, está associada a infecções de pele, ouvidos (otite) e feridas em animais, além de infecções urinárias e pulmonares (Park *et al.*, 2014).

Os antibióticos, como penicilinas, cefalosporinas, tetraciclina, fluoroquinolonas e aminoglicosídeos, são amplamente usados para tratar infecções bacterianas em animais, mas o uso prolongado tem levado ao desenvolvimento de resistência bacteriana. As bactérias se tornam resistentes por mecanismos como produção de enzimas que inativam o antibiótico, modificação dos locais de ação, redução da permeabilidade da membrana e uso de bombas de efluxo que expelirem o medicamento. Esses processos dificultam o tratamento e aumentam a necessidade de novas alternativas terapêuticas (Scherer; Botoni; Costa-val, 2016).

A disseminação dessa resistência é potencializada por elementos genéticos móveis, como plasmídios, transposons e integrons. Os plasmídios transferem genes de resistência entre bactérias por conjugação, inclusive entre espécies diferentes. Transposons mobilizam genes dentro do genoma ou entre elementos genéticos, enquanto integrons capturam e expressam múltiplos genes de resistência, acelerando sua propagação e dificultando o controle de infecções (Abdallah *et al.*, 2021).

Diante do crescente desafio da resistência bacteriana, o médico veterinário, como integrante essencial da saúde única, desempenha um papel crucial na promoção do uso responsável e criterioso de antimicrobianos. Essa atuação abrange tanto o tratamento de infecções quanto a prevenção de doenças em animais, evitando o uso indiscriminado e inadequado que favorece a seleção de cepas resistentes (Repik *et al.*, 2022). Além disso, é fundamental a adoção de medidas práticas para conter a disseminação de bactérias resistentes, como a implementação de biossegurança, melhorias na higiene, controle da superlotação e na qualidade de água e alimentos. Essas iniciativas reduzem o risco de transmissão de infecções bacterianas para humanos por meio de zoonoses, destacando a importância de uma abordagem integrada entre a saúde animal, humana e ambiental (Gottardo *et al.*, 2021).

A utilização de compostos de origem vegetal empregados na medicina tradicional, apresenta potencial para substituir ou complementar os tratamentos terapêuticos no combate às infecções bacterianas (Queiroz; Luna; Oliveira, 2020). *Poincianella pyramidalis*, conhecida como catingueira, é uma planta nativa do semiárido brasileiro, amplamente utilizada por comunidades locais para tratar inflamações e doenças infecciosas (EMBRAPA, 2014). Estudos prévios apontam para o potencial antimicrobiano de diferentes partes da planta, como folhas e raízes, em testes contra bactérias de interesse clínico (Erharuyi *et al.*, 2017). No entanto, a casca do caule, que possui compostos bioativos como ácido gálico e galato de metila capazes de causar lise celular, além da tangeretina e feoftina A que interfere na síntese proteica e na replicação bacteriana ainda é pouco explorada cientificamente quanto à sua ação frente a bactérias de relevância veterinária (Asati e Yadava, 2018; Lima *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2019; Chaves *et al.*, 2016).

A necessidade de expandir o conhecimento sobre o uso de plantas medicinais no combate a infecções bacterianas, especialmente no contexto da resistência antimicrobiana, o presente trabalho investiga a ação do extrato da casca do caule de *Poincianella pyramidalis* sobre cepas bacterianas padrões, podendo contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas. A relevância do estudo reside na potencial utilização do extrato vegetal como alternativa aos antibióticos convencionais, complementando ou substituindo tratamentos que, por sua vez, estão cada vez menos eficazes.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi de avaliar, por meio de testes *in vitro*, a atividade antimicrobiana do extrato vegetal obtido da casca do caule de *Poincianella pyramidalis* contra cepas bacterianas padrões de interesse médico-veterinário. As cepas

utilizadas foram *Staphylococcus aureus* S013, *Enterococcus faecalis* E002, *Pseudomonas aeruginosa* P003, *Klebsiella pneumoniae* K001 e *Escherichia coli* E002, reconhecidas por sua relevância clínica e potencial patogênico em animais.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1. METODOLOGIA

2.1.1. Coleta e preparação do material vegetal

A casca do caule de *Poincianella pyramidalis* foi coletada manualmente no dia 8 de setembro de 2024, às 13:30, no Sítio Riacho da Roça, localizado em Farias Brito, Ceará, nas coordenadas -6,8952550, -39,5279570. Após a coleta, a epiderme (parte mais superficial do caule) foi removida, e a parte interna da casca foi fragmentada manualmente em lascas.

As lascas foram inicialmente secas à temperatura ambiente por 24 horas. Em seguida, foram trituradas em pedaços menores com um liquidificador doméstico e submetidas à secagem forçada em estufa a 70°C por 48 horas. Após a secagem, 10g da amostra foram pesados e submetidos à técnica de percolação. A amostra foi imersa em 100 mL de etanol a 99,5% por um período de 7 dias (Santos *et al.*, 2024). Após esse período, a mistura foi filtrada com um filtro de papel estéril. Esse processo foi repetido três vezes, com a adição de 100 mL de etanol fresco em cada nova filtração, totalizando 300 mL de solvente, para garantir a extração eficiente dos compostos (Almeida; Oliveira, 2017).

Após as filtrações, 300 mL de extrato obtidos foram submetidos à estufa de ar para evaporação forçada durante 48 horas, a uma temperatura de 50°C, até que o volume fosse reduzido e estabilizado em 100 mL. Durante o processo, a taxa de evaporação foi monitorada, sendo a taxa volumétrica final de evaporação calculada como 0,00116 mL/s. Para calcular essa taxa, considerou-se que a área de superfície do líquido em um béquer de 600 mL, com diâmetro de 10 cm, era de 7854 mm². Com base nessa área, o volume evaporado por segundo foi determinado a partir do volume total evaporado de 200 mL ao longo das 48 horas de evaporação (172.800 segundos).

Considerando que 10 g de material vegetal seco foram inicialmente imersos em 300 mL de etanol e que, ao final do processo de evaporação, restaram 100 mL de extrato, a concentração

dos compostos ativos presentes no extrato foi de 100 mg/mL. A temperatura foi controlada durante todo o processo para minimizar a degradação térmica dos compostos bioativos da amostra.

2.1.2. Preparação dos inóculos

2.1.2.1. Gram positivas

Para a preparação dos inóculos ATCC (American Type Culture Collection) de *Staphylococcus aureus* S013 e *Enterococcus faecalis* E003, as cepas foram inicialmente suspensas em caldo Muller Hinton para promover o crescimento inicial e incubadas a 38,7 °C por 24 horas. Em seguida, as culturas foram transferidas para placas de ágar Muller Hinton para permitir a formação de colônias. Em seguida, realizou-se a coloração de Gram para verificar a pureza das culturas, confirmando a presença de apenas bactérias Gram-positivas. *S. aureus*, a cepa foi posteriormente semeada em ágar manitol, um meio seletivo que permite diferenciar *Staphylococcus aureus* S013 de outras bactérias Gram-positivas pela fermentação do manitol, que gera coloração amarela ao redor das colônias devido à acidificação do meio. As colônias de ambas as cepas foram então transferidas para placas de ágar Muller Hinton, para serem utilizadas nos ensaios de microdiluição (Quinn *et al.*, 2018).

2.1.2.2. Gram negativas

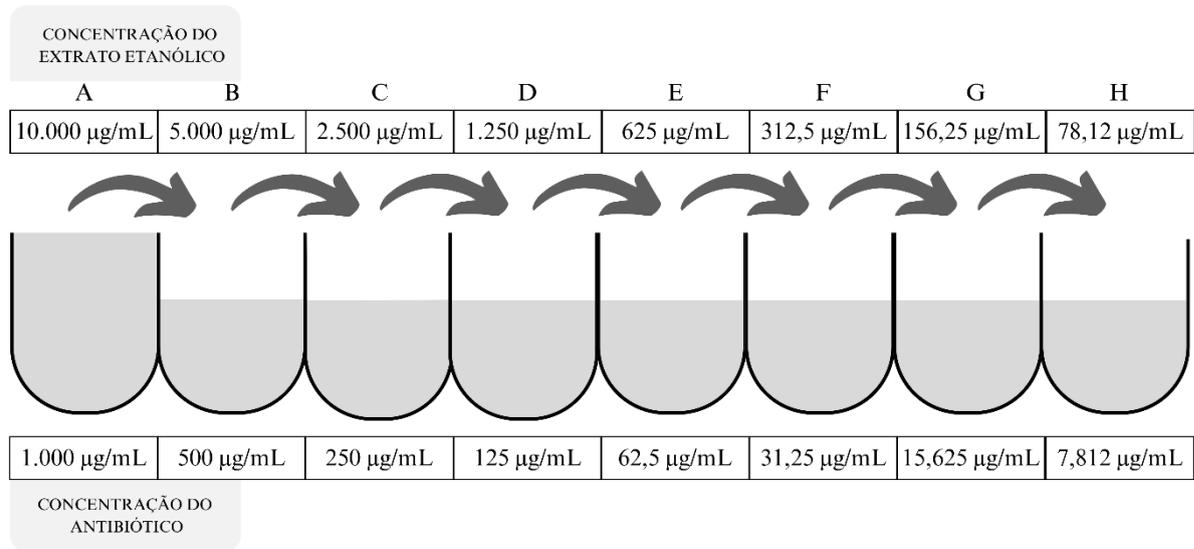
As cepas ATCC de *Pseudomonas aeruginosa* P003, *Klebsiella pneumoniae* K001 e *Escherichia coli* E003 foram cultivadas seguindo o mesmo utilizado nas gram positivas. Cada cepa foi primeiramente suspensa em caldo Muller Hinton e incubada. Após o crescimento inicial as suspensões bacterianas foram semeadas em ágar MacConkey, meio seletivo para Gram-negativas que evidencia características específicas das cepas. No ágar MacConkey, *E. coli* E003 e outras enterobactérias fermentam lactose, formando colônias rosadas. Em seguida realizou-se a coloração de Gram para verificar a pureza das culturas e confirmar a presença

exclusiva de bactérias gram-negativas. As colônias foram transferidas para placas de ágar Muller Hinton para a realização dos testes de microdiluição (Quinn *et al.*, 2018).

2.1.3. Teste de microdiluição em caldo

Nos ensaios de microdiluição, as bactérias foram suspensas em caldo Muller Hinton e ajustadas para uma densidade óptica de 0,5 na escala de McFarland, equivalente a aproximadamente $1,5 \times 10^8$ UFC/mL. Foram utilizadas placas de 96 poços e 100µL de MH e a mesma quantidade do extrato foram adicionados a cada poço, sendo realizada diluição serial, iniciando pela solução estoque até a décima segunda diluição e descartando a porção final. Após esse processo de diluição, 10µL da suspensão bacteriana foram adicionados aos poços da microplaca. A microplaca foi incubada a 37°C por 24h em condições aeróbicas. De todos os poços, uma alíquota foi retirada, semeada na superfície do ágar MH e novamente levada à estufa a 37°C por 24h. A Concentração Inibitória Mínima (CIM) foi definida como a menor concentração do extrato etanólico que impediu a multiplicação da bactéria, não havendo turvação, enquanto que a Concentração Bactericida Mínima (CBM) foi definida como a menor concentração de extrato etanólico capaz de causar a morte do inóculo observado no repique em placas de Ágar Muller Hinton. Todas as ATCCs testadas foram utilizadas como controle positivo, também foi realizado teste com antimicrobiano convencional, a vancomicina, com a primeira diluição na concentração de 1000 µg/mL, assim como foi realizado um controle do caldo para avaliar se houve contaminação. Os ensaios foram realizados em triplicata (CLSI, 2024).

Figura 2 – Representação das concentrações do extrato etanólico e do antibiótico na microdiluição seriada de $\frac{1}{2}$



Fonte: Autoral, 2024.

2.2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.2.1. Caracterização geral *Poincianella pyramidalis* (tul.) Lp Queiroz

Anteriormente conhecida como *Caesalpinia pyramidalis* a espécie foi recentemente renomeada de *Poincianella pyramidalis* devido a uma atualização taxonômica. É uma árvore da família das Fabaceas endêmica do Nordeste do Brasil que ocorre no bioma da caatinga, nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará e Paraíba, popularmente nomeada de catingueira pela população regional (EMBRAPA, 2014; Chaves *et al.*, 2016).

A árvore conhecida como catingueira apresenta forma biológica que varia de arbustiva a arbórea, com padrão foliar decíduo, perdendo totalmente suas folhas no inverno. Seu tronco é ramificado e o fuste pode ser curto ou inexistente. A ramificação é racemosa, resultando em uma copa aberta, arredondada, baixa e irregular, com ramos verdes e lenticelas esbranquiçadas. A casca é lisa, cinza-clara, às vezes levemente castanha, com lâminas irregulares que dão um aspecto de camuflagem, com manchas amarelas, verdes e brancas. As folhas são bipinadas, alternas, sésseis, obtusas, oblongas, coriáceas, com bordo inteiro e levemente ondulado. As inflorescências ocorrem em panículas curtas, terminais ou axilares-terminais, com flores que emitem leve odor adocicado (Figura 1). Segundo a crença popular, o florescimento precoce da

catingueira é sinal de boa inverno no sertão, prometendo abundância de comida e gado gordo (EMBRAPA, 2014).

Figura 1 - *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz



Fonte: Centro de informações sobre plantas medicinais, 2016.

Seu uso medicinal é bastante difundido e constitui uma importante opção terapêutica contra diarreias, desinterias, infecções respiratórias, urinárias, entre outras doenças (Chave *et al.*, 2016). Queiroz, Luna e Oliveira (2020, p.4) registraram a utilização da planta através de relatos etnográficos de vaqueiros, e um deles declara:

“(...) - E a rapa de catingueira, a gente usa quando um animal se corta no mato, e de última hora não tem outro remédio, a gente rapa a catingueira, bota em cima para estanca o sangue ou o cabelo dele mesmo (...).”

Do ponto de vista químico, *P. pyramidalis* se caracteriza pela existência de esteroides, ácidos fenólicos, lignanas, fenilpropanóides, taninos, flavonoides (particularmente biflavonoides) e álcoois graxos (Chaves *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2016). Estudos farmacológicos em várias partes da planta revelaram atividades antimicrobianas, antiinflamatórias, analgésicas, antiplasmodiais, antihelmínticas, antiúlcera, hipolipidêmicas e

antioxidantes (Erharuyi *et al*, 2017). No quadro 1 é possível observar suas indicações terapêuticas a partir de partes individuais da espécie:

Quadro 1 – Uso tradicional de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz

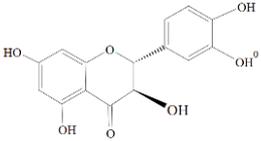
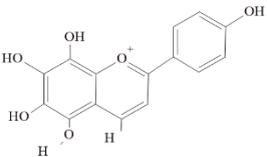
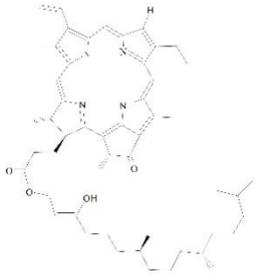
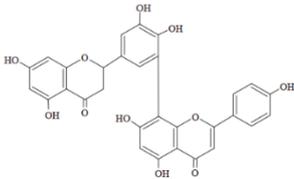
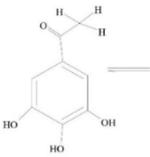
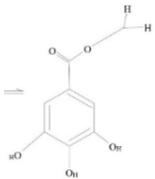
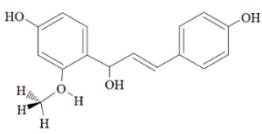
Parte da planta	Forma de uso	Indicação terapêutica	Referência
Folha	Infusão e decocção.	Infecções catarrais, diarreias, febre, doenças estomacais e diurético. Expectorante; distúrbio do sistema respiratório e analgésico.	(EMBRAPA, 2014) (Lucena <i>et al</i> , 2018)
Casca do caule e Flor	Chá, lambedor, xarope e decocção.	Dor de barriga, tosse, coagulante, disenteria, inflamação da próstata. Gripe, béquico e inflamações.	(Pereira <i>et al</i> , 2015) (Silva <i>et al</i> , 2015)
Raíz	Infusão e decocção.	Antiinflamatório; distúrbio do sistema digestivo.	(Lucena <i>et al</i> , 2018)

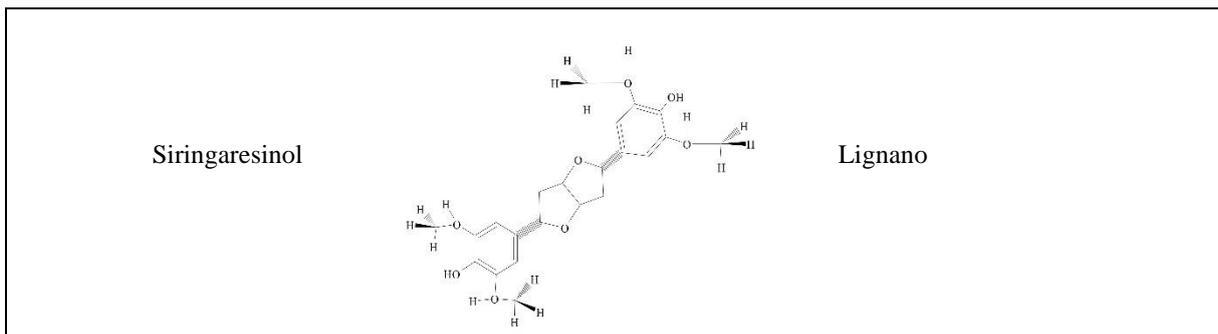
Fonte: Autoral, 2024.

2.2.2. Aspectos químicos da casca do caule

A casca do caule de *Poincianella pyramidalis* apresenta composição química rica e diversificada. Essas moléculas pertencem a diferentes classes químicas, cada uma com características estruturais e propriedades específicas, as quais possuem relevância biológica e farmacológica, potencializando a importância da investigação de suas propriedades e possíveis aplicações terapêuticas (Menezes *et al.*, 2018). O quadro 2 resume as classes químicas das moléculas identificadas:

Quadro 2 – Moléculas e classes presentes na casca do caule de *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz

Molécula	Representação plana das moléculas orgânicas	Classe	Referência
Taxifolina			
Tangeretina			
Feoftina A		Flavonoides	
5'-Hidroxiamentoflavona			(Bahia <i>et al.</i> ,2014)
Ácido gálico		Ácido fenólico	
Galato de metila		Éster fenólico	
4,4'-Dihidroxi-2'-metoxichalcona		Chalcona	



Fonte: Autoral, 2024.

2.2.3. Aspectos biológicos da casca do caule

A casca do caule da *Poincianella pyramidalis* apresenta uma variedade de atividades terapêuticas importantes, apesar de estudos específicos sobre essa parte da planta serem escassos. Sua atividade antimicrobiana inclui a inibição de crescimento bacteriano e destruição da parede celular, destacando compostos como ácido gálico e galato de metila, que causam lise celular, além da tangeretina e feofitina A, que interferem na síntese proteica e na replicação bacteriana (Asati e Yadava, 2018; Lima *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2019; Chaves *et al.*, 2016).

Quanto à atividade antifúngica, moléculas como taxifolina e tangeretina desestabilizam a parede celular e permeabilidade da membrana dos fungos, enquanto a feofitina A e o ácido gálico inibem componentes essenciais das células fúngicas, levando à morte celular (Pereira *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2017; Almeida *et al.*, 2015).

No sistema gastrointestinal, a casca atua de forma gastroprotetora, com compostos como a taxifolina e a tangeretina, que protegem a mucosa gástrica, e a 5'-hidroxiametoflavona, que reduz a inflamação intestinal e fortalece a barreira mucosa (Silva *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2015; Nascimento *et al.*, 2015; Rodrigues *et al.*, 2014).

Finalmente, a casca exibe atividades anti-inflamatórias e antinociceptivas. A taxifolina e a tangeretina inibem mediadores inflamatórios, enquanto a 5'-hidroxiametoflavona atua como analgésico, e o ácido gálico e seus derivados reduzem a produção de enzimas inflamatórias, contribuindo para o alívio da dor e da inflamação (Jain *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2017; Das *et al.*, 2021). Esses efeitos fazem da *P. pyramidalis* uma fonte promissora de novos tratamentos fitoterápicos.

2.2.4. Resistência bacteriana

A resistência bacteriana é considerada um dos principais desafios na saúde pública, impactando tanto a medicina humana quanto a veterinária. Esse problema decorre da capacidade de algumas bactérias de resistirem aos antibióticos, o que compromete a eficácia de tratamentos antes eficientes. No campo veterinário, o uso inadequado e indiscriminado de antibióticos em animais, tanto de companhia quanto de produção, contribui para a disseminação de cepas bacterianas resistentes. Em um cenário em que antibióticos como penicilinas, tetraciclina, aminoglicosídeos e cefalosporinas estão progressivamente perdendo eficácia, surge uma preocupação maior com a falta de opções terapêuticas e o aumento da transmissão de patógenos entre animais e humanos (Marques; Camplesi; Costa, 2023).

Diversas espécies bacterianas, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus spp.* e *Klebsiella pneumoniae*, têm se destacado pela resistência a múltiplos antibióticos, o que representa um desafio adicional para o controle de infecções em ambientes hospitalares e veterinários (Mariatini; Carvalho, 2020). Entre os principais mecanismos de resistência, destacam-se a produção de enzimas que inativam antibióticos, a modificação dos alvos moleculares dos medicamentos e o uso de bombas de efluxo para expulsão dos fármacos das células bacterianas (Scherer; Botoni; Costa-val, 2016).

Além disso, o uso facilitado de antibióticos na medicina veterinária, muitas vezes sem orientação profissional, tem influência significativa na resistência bacteriana. A prática de aquisição de antibióticos por tutores sem prescrição ou supervisão contribui para o uso inadequado desses medicamentos, que incluem interrupção prematura de tratamentos e uso de doses incorretas, fatores que favorecem a seleção de cepas resistentes. Além disso, o uso profilático de antibióticos e sua administração como promotores de crescimento em animais de produção adicionam uma pressão seletiva, criando um ambiente que propicia o desenvolvimento de bactérias resistentes (Macedo; Gherardi; Almeida, 2023).

2.2.5. Bactérias patogênicas

2.2.5.1. Gram positivas

2.2.5.1.1. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus é uma bactéria de forma esférica (cocos), que se organiza em arranjos característicos semelhantes a cachos de uva. Apresenta uma parede celular espessa, sendo catalase-positiva e coagulase-positiva, propriedades que a diferenciam de outras espécies do gênero *Staphylococcus*. O cultivo de *S. aureus* é favorecido em meios enriquecidos, como Ágar Sangue, onde frequentemente produz hemólise, e Ágar Manitol Salgado, que inibe o crescimento de outras bactérias e demonstra sua capacidade de fermentar o manitol (Quinn et al., 2018).

Os principais mecanismos de evasão do sistema imunológico incluem a produção de proteínas de superfície que se ligam a anticorpos, dificultando a opsonização, e a secreção de toxinas, como as leucocidinas, que são capazes de destruir células do sistema imune. Adicionalmente, a cápsula extracelular contribui para a proteção contra a fagocitose (Quinn et al., 2018).

Clínicamente, *S. aureus* está associado a uma ampla gama de doenças em diferentes espécies animais. Em bovinos, é um dos principais agentes etiológicos de mastite, uma inflamação das glândulas mamárias que compromete a produção de leite e frequentemente evolui para formas crônicas. Em cães e gatos, *S. aureus* é comumente responsável por infecções cutâneas, abscessos, feridas infectadas e doenças do trato respiratório e urinário (Acosta et al., 2017).

Ademais, cepas resistentes à meticilina, denominadas *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA, do inglês Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*), têm se tornado um problema significativo na saúde pública e veterinária. Essas cepas possuem o gene *mecA*, que codifica uma proteína de ligação à penicilina alterada (PBP2a), conferindo resistência a quase todos os antibióticos beta-lactâmicos. Em medicina veterinária, o MRSA pode ser transmitido entre humanos e animais (zoonose reversa), resultando em infecções graves e de difícil manejo (Garcês et al., 2022).

De maneira semelhante, o *Staphylococcus pseudintermedius* resistente à meticilina (MRSP, do inglês Methicillin-Resistant *Staphylococcus pseudintermedius*) é uma variante

amplamente associada a cães e gatos. Este agente é frequentemente isolado em casos de infecções cutâneas e complicações pós-cirúrgicas. Assim como o MRSA, o MRSP apresenta resistência mediada pelo gene *mecA* e, frequentemente, multirresistência, limitando as opções terapêuticas disponíveis. A disseminação dessas cepas em ambientes clínicos veterinários representa um desafio relevante, não apenas pelo impacto na saúde animal, mas também pelo potencial de transmissão entre espécies, incluindo humanos (Nocera et al., 2024).

2.2.5.2. *Enterococcus faecalis*

Apresenta-se como células de formato esférico, normalmente dispostas em pares ou cadeias. Embora faça parte do microbioma intestinal de muitos animais, pode se tornar patogênica em situações de imunossupressão. O cultivo é feito em Ágar Bile-Esculina, devido a sua capacidade de hidrolisar esculina em presença de bile, diferenciando-o de outras bactérias (Quinn *et al.*, 2018). Entre os mecanismos de evasão do sistema imune estão a produção de biofilme, que o protege contra a resposta imunológica e dificulta a ação de antibióticos. Também possui resistência intrínseca a vários antibióticos, o que complica o tratamento. Em grandes animais, como bovinos, pode estar associado a infecções urinárias e endocardite bacteriana. Em cães e gatos, é relacionado a infecções urinárias e de feridas (Silva *et al.*, 2024).

2.2.5.3. Gram negativas

2.2.5.3.1. *Pseudomonas aeruginosa*

Apresentando morfologia de bastonete e dotada de flagelos que conferem motilidade, essa bactéria demonstra crescimento eficiente em meios simples, como Ágar Nutriente, sendo também oxidase-positiva. O Ágar Cetrimida é frequentemente empregado para seu isolamento específico, pois inibe o crescimento de outras bactérias e evidencia a produção de pigmentos característicos, como a piocianina, que confere uma coloração esverdeada (Quinn et al., 2018).

Os mecanismos de evasão imunológica dessa bactéria incluem a formação de biofilmes, que protegem contra a ação do sistema imunológico e de agentes antimicrobianos, bem como a produção de enzimas que degradam componentes do sistema imune. Adicionalmente, secreta toxinas que inibem a fagocitose e induzem necrose tecidual, contribuindo para a persistência e severidade das infecções (Quinn et al., 2018).

Clinicamente, está associada a uma ampla gama de condições, incluindo infecções respiratórias em bovinos e suínos, além de otites, infecções urinárias e feridas abertas em cães e gatos (Park et al., 2014).

Destaca-se também a presença de mecanismos de resistência a antibióticos, como a produção de metalobetalactamases (MBLs, do inglês Metallo- β -Lactamases). Essas enzimas são capazes de hidrolisar praticamente todos os antibióticos beta-lactâmicos comercialmente disponíveis, com exceção dos monobactâmicos, como o aztreonam, e dos aminoglicosídeos, como a gentamicina. A presença de MBLs representa um desafio terapêutico significativo, pois limita drasticamente as opções de tratamento, tornando muitas infecções refratárias aos regimes antimicrobianos convencionais (Dawadi et al., 2022).

2.2.5.3.2. *Klebsiella pneumoniae*

Apresentando morfologia de bastonete, essa bactéria é imóvel, encapsulada e fermentadora de lactose. Seu crescimento é favorecido em Ágar MacConkey, onde forma colônias rosadas em decorrência da fermentação da lactose, e em Ágar Sangue, evidenciando sua versatilidade em diferentes meios de cultura. A cápsula espessa é um dos principais mecanismos de defesa, proporcionando proteção contra a fagocitose e auxiliando na evasão do sistema imunológico (Quinn et al., 2018).

Do ponto de vista clínica, essa bactéria está associada a uma ampla gama de infecções. Em equinos e bovinos, é uma das principais causadoras de pneumonia, que pode progredir para septicemia em casos graves. Em cães e gatos, frequentemente provoca infecções urinárias, pneumonias e infecções de feridas, especialmente em animais hospitalizados, onde o risco de infecções oportunistas é elevado (Sousa et al., 2019).

Essa espécie também se destaca pela presença de diversos mecanismos de resistência antimicrobiana, incluindo a produção de beta-lactamases de espectro estendido (ESBL, do inglês Extended-Spectrum Beta-Lactamases), que inativam a maioria dos antibióticos beta-lactâmicos, como penicilinas, cefalosporinas de terceira geração e aztreonam . Além disso, muitas cepas produzem carbapenemases (*Klebsiella pneumoniae* carbapenemase, KPC), o que as torna resistentes a carbapenêmicos, uma classe amplamente utilizada no tratamento de infecções graves.

Entre os fatores de resistência mais alarmantes, destaca-se a presença da enzima New Delhi Metallo-beta-lactamase (NDM), que confere resistência a praticamente todos os antibióticos beta-lactâmicos, com exceção limitada aos monobactâmicos. Essa resistência exclui a eficácia de diversas classes de antimicrobianos, dificultando o manejo terapêutico. A disseminação dessas bactérias resistentes representa uma ameaça significativa à saúde animal e humana (Al-Sultani et al., 2019).

2.2.5.3.3. *Escherichia coli*

Possui forma de bastonete, móvel e faz parte do microbioma intestinal de muitos animais, mas pode causar doenças em certas circunstâncias. O cultivo é feito em Ágar MacConkey, sendo que as colônias de *E. coli* são tipicamente rosadas devido à fermentação da lactose, e em Ágar Eosina Azul de Metileno (EMB), o qual evidencia a coloração verde-metálica característica (Quinn *et al.*, 2018). Os mecanismos de evasão de *E. coli* variam conforme a cepa, mas podem incluir a produção de toxinas, que danificam células do sistema imunológico, e a capacidade de adesão a células epiteliais, o que impede a ação de anticorpos .(Kaper et al., 2017). Algumas cepas são capazes de formar biofilme, dificultando a resposta imunológica e o tratamento. Em grandes animais, *E. coli* pode causar gastroenterite e mastite em vacas. Em cães e gatos, é uma das principais causadoras de gastroenterite e infecções urinárias, especialmente em animais jovens ou imunossuprimidos (Camargo; Suffredini, 2014).

2.2.6. Extrato vegetal

Os extratos vegetais são substâncias concentradas obtidas a partir de diferentes partes das plantas, como folhas, raízes, caules, flores, frutos ou sementes, utilizando métodos específicos de extração. Essas substâncias são ricas em compostos bioativos, como alcaloides, flavonoides, terpenos e glicosídeos, que apresentam propriedades terapêuticas e são amplamente utilizados na medicina veterinária. A fitoterapia veterinária tem ganhado destaque na prática clínica, oferecendo alternativas para o tratamento de diversas doenças, especialmente aquelas em que os medicamentos convencionais podem apresentar efeitos colaterais ou resistência microbiana (Silva *et al.*, 2019).

O uso de extratos vegetais na rotina veterinária é diversificado, sendo aplicados tanto no tratamento de doenças infecciosas como na prevenção de condições crônicas. Eles são utilizados no manejo de infecções bacterianas, parasitárias, inflamações, entre outros. Por exemplo, o extrato de Aloe vera é conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes, sendo amplamente utilizado no tratamento de feridas em animais (Machado; Freitas, 2021). Além disso, extratos de plantas como *Artemisia annua* e *Azadirachta indica* têm sido explorados no controle de parasitas, oferecendo uma abordagem natural e eficaz contra infestações parasitárias em animais (Oliveira; Rodrigues; Souza, 2018).

Na medicina veterinária, a utilização de extratos vegetais como terapêuticos e adjuvantes está relacionada à busca por alternativas mais seguras e sustentáveis, especialmente diante do crescente problema da resistência antimicrobiana. O uso racional de fitoterápicos pode reduzir a dependência de antibióticos e outros fármacos sintéticos, minimizando os riscos de efeitos adversos e contribuindo para a saúde animal e ambiental (Costa *et al.*, 2020).

2.2.6.1. Métodos de extração

Os métodos de extração de extratos vegetais variam conforme o objetivo terapêutico e a natureza dos compostos bioativos que se deseja isolar. Os principais métodos incluem a maceração, infusão, decocção, percolação e extração por solvente (Almeida *et al.*, 2017).

A maceração consiste em deixar a planta em contato com um solvente (água, etanol, metanol, etc.) por um período prolongado, geralmente em temperatura ambiente. Esse método é indicado para extrair compostos que são estáveis a temperaturas mais baixas (Farias *et al.*, 2020). A infusão, por sua vez, é semelhante à maceração, porém, a planta é colocada em contato com água fervente por um curto período, sendo adequada para partes delicadas da planta, como flores e folhas, que contêm compostos voláteis (Santos *et al.*, 2019). A decoção é utilizada principalmente para partes mais duras da planta, como cascas e raízes. Nesse método, a planta é fervida em água por um período prolongado, o que permite a extração de compostos mais resistentes ao calor (Rodrigues; Almeida, 2021).

A percolação é uma técnica de extração amplamente utilizada na obtenção de compostos bioativos de materiais vegetais. Esse método consiste na passagem lenta e contínua de um solvente através de um leito de material vegetal previamente triturado. O solvente é adicionado de forma gradual, penetrando no material vegetal e promovendo a dissolução dos compostos de interesse. Durante o processo, o solvente saturado é recolhido e solvente fresco é adicionado, garantindo a extração contínua. Esse método é considerado eficiente, pois permite a obtenção de uma ampla variedade de compostos ativos, além de preservar a qualidade química dos extratos obtidos (Gratão, 2014; Moura; Lima, 2018).

Ademais a extração por solvente envolve o uso de solventes orgânicos, como etanol, metanol e acetona, que são escolhidos com base na polaridade e na capacidade de solubilizar os compostos ativos desejados. Esse método é amplamente aplicado em pesquisas devido à sua capacidade de produzir extratos concentrados e padronizados, garantindo maior reprodutibilidade e eficácia nos estudos subsequentes (Oliveira; Vieira; Santos, 2016).

Os solventes mais comuns incluem água, etanol, metanol, acetona e hexano, escolhidos de acordo com a polaridade dos compostos que se deseja extrair. A escolha do solvente influencia diretamente a qualidade e a eficácia do extrato, pois solventes diferentes podem extrair diferentes grupos de compostos bioativos (Carvalho *et al.*, 2023). No quadro 3 é possível observar qual composto químico cada solvente é capaz de extrair:

Quadro 3 –Tipos de solventes utilizados na extração de fitoterápicos e seus compostos químicos solúveis:

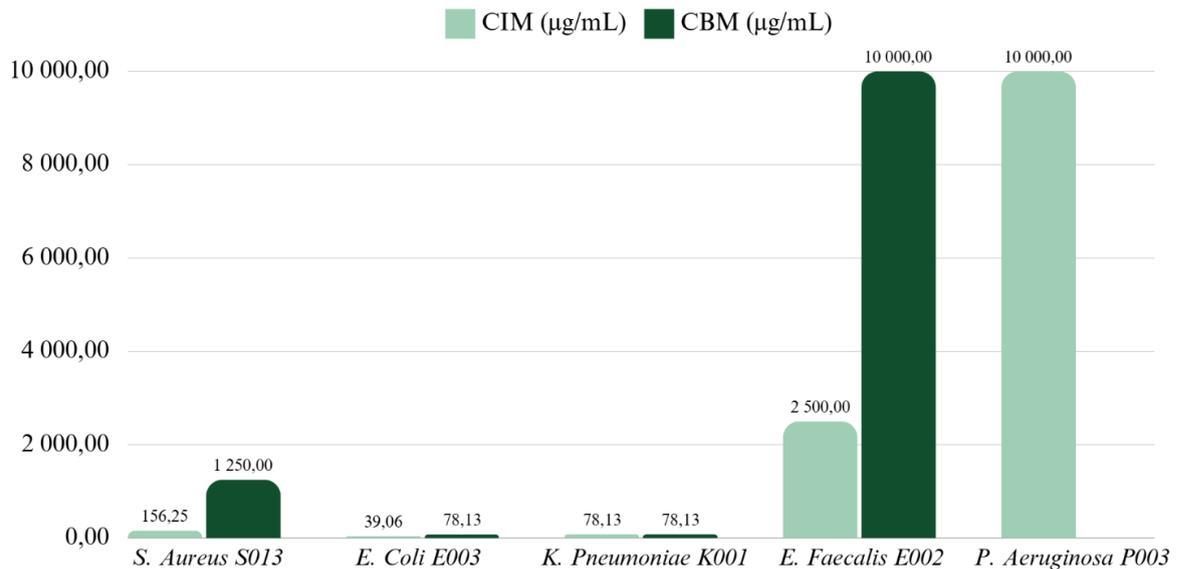
Solvente	Composto Químico
Água	Antocianinas, Amidos, Taninos, Saponinas, Terpenoides, Polipeptídeos e Lectinas.
Etanol	Taninos, Polifenóis, Poliacetilenos, Flavonol, Terpenoides, Esteróis e Alcalóides.
Metanol	Antocianinas, Terpenoides, Saponinas, Taninos, Xantoxilinas, Totarol, Quassinóides, Lactonas, Flavonas, Fenonas e Polifenóis.
Clorofórmio	Terpenoides e Flavonoides.
Éter	Alcaloides, Terpenoides, Cumarinas e Ácidos Graxos.
Acetona	Fenol e Flavonóis.

Fonte: Tiwari *et al.*, 2011.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que para *Staphylococcus aureus* S013 a CIM foi atingida na concentração de 156,25 µg/mL e a CBM de 1.250 µg/mL (ver Apêndice A, Imagem 1). Para *Enterococcus faecalis* E002 a CIM foi de 2500 µg/mL e a CBM foi 10.000 µg/mL, maior concentração testada do extrato (ver Apêndice A, Imagem 2). Para *Escherichia coli* E003 e *Klebsiella pneumoniae* K001 a CIM foi de 39,06 µg/mL e 78,125 µg/mL, respectivamente, enquanto que a CBM foi de 78,125 µg/mL para ambas (ver Apêndice A, Imagem 3 e 4). Por outro lado, a maior concentração testada do extrato não apresentou efeito bactericida para *Pseudomonas aeruginosa* P003, tendo somente efeito bacteriostático.

Figura 3 – Dados comparativos da concentração inibitória e bactericida mínima do extrato de *P. pyramidalis* frente à cepas bacterianas padronizadas



Fonte: Autoral, 2024.

Em paralelo foi testada a vancomicina para comparar com o efeito antimicrobiano do extrato, a qual apresentou para *Staphylococcus aureus* S013 CIM de 62,5 µg/ml, enquanto a CBM alcançou 250 µg/mL. Na cepa *Escherichia coli* E003, a CIM foi de 31,25 µg/mL e a CBM, significativamente mais alta, sendo de 1.250 µg/mL. Para *Klebsiella pneumoniae* K001, a vancomicina apresentou CIM de 15,62 µg/mL e CBM de 31,25 µg/mL. Para *Enterococcus faecalis* E002, a CIM foi de 15,65 µg/mL e a CBM, 31,2 µg/mL. Por fim, para *Pseudomonas aeruginosa* P003, a CIM foi de 31,2 µg/mL, enquanto a CBM foi de 125 µg/ml (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) do extrato e da vancomicina para diferentes cepas bacterianas

Bactéria	CIM do Extrato µg/mL	CBM do Extrato µg/mL	CIM da Vancomicina µg/mL	CBM da Vancomicina µg/mL
<i>S. Aureus S013</i>	62,5	250	62,5	250
<i>E. Coli E003</i>	31,25	1 250	31,25	31,25
<i>K. Pneumoniae K001</i>	15,62	31,25	15,62	31,25
<i>E. Faecalis E002</i>	15,65	31,2	15,65	31,2
<i>P. Aeruginosa P003</i>	31,2	125	31,2	125

<i>Staphylococcus aureus</i> S013	156,25	1.250	62,5	250
<i>Escherichia coli</i> E003	39,06	78,125	31,25	1.250
<i>Klebsiella pneumoniae</i> K001	78,125	78,125	15,62	31,25
<i>Enterococcus faecalis</i> E002	2.500	10.000	15,65	31,2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> P003	10.000	-	31,2	125

Fonte: Autoral, 2024

Com base nos resultados obtidos, é possível observar que o extrato de *Poincianella pyramidalis* apresentou ação antimicrobiana variada entre as cepas testadas, com destaque para a atividade contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, e *Klebsiella pneumoniae*. Estes resultados corroboram com estudos anteriores, como os de Novais *et al.*(2003) e Lima *et al.*(2006), que reportaram eficácia do extrato da folhas e da casca das raízes de *P. pyramidalis* contra essas bactérias, indicando o potencial da planta em atuar tanto de forma independente quanto como adjuvante em terapias antimicrobianas.

No presente estudo, a Concentração Inibitória Mínima (CIM) e a Concentração Bactericida Mínima (CBM) para *S. aureus* (CIM = 156,25 µg/mL; CBM = 1.250 µg/mL) sugerem atividade antimicrobiana significativa. Este perfil está alinhado com os achados de Saraiva *et al.* (2012), que identificaram atividade antimicrobiana expressiva de extratos de diferentes partes da planta, especialmente da casca das raízes, contra *Staphylococcus aureus* multirresistente. Isso indica que componentes presentes na *P. pyramidalis* podem atuar sobre mecanismos de resistência bacteriana, como as bombas de efluxo descritas por Kaatz *et al.* (2003).

A atividade observada contra *E. coli* e *K. pneumoniae*, com CIMs de 39,06 µg/mL e 78,125 µg/mL, respectivamente, e CBM de 78,125 µg/mL para ambas, reforça o potencial do extrato como agente bacteriostático contra bactérias gram-negativas, apesar da ausência de efeito bactericida para *Pseudomonas aeruginosa* na maior concentração testada o que torna o extrato mais oneroso podendo acarretar complicações fisiológicas *in vivo*. Esses dados sugerem que, embora *P. pyramidalis* apresente atividade promissora, sua eficácia pode variar significativamente de acordo com o tipo de bactéria, o que pode ser explicado pela composição estrutural e pelos mecanismos de resistência de cada micro-organismo (Sharifi-Rad *et al.*, 2018; Salehi *et al.*, 2019).

Além disso, quando comparados aos resultados obtidos com a vancomicina, observa-se que esta apresentou menor CIM e CBM para a maioria das bactérias, exceto para *E. faecalis* e *P. aeruginosa*, o que reflete sua eficácia robusta como antibiótico padrão. No entanto, a variação da CIM e da CBM entre as cepas para ambos os agentes (extrato e vancomicina) sugere potencial complementaridade, em que o extrato de *P. pyramidalis* poderia atuar como coadjuvante, conforme sugerido por estudos como os de Alviano *et al.*(2008), que discutem o uso da planta em tratamentos combinados para aumentar a eficácia antimicrobiana e reduzir a resistência bacteriana.

Por fim, o extrato da casca de *P. pyramidalis* demonstra ação antimicrobiana que merece atenção, especialmente em doses combinadas e fracionadas que poderiam potencializar sua ação, conforme descrito por Luna *et al.*(2010) e Chaves *et al.*(2019). Assim, esta pesquisa contribui para o entendimento do potencial terapêutico da *P. pyramidalis*, abrindo caminho para seu uso como fitoterápico na medicina veterinária em conformidade com a crescente busca por alternativas aos antibióticos convencionais frente ao avanço da resistência antimicrobiana.

4 CONCLUSÃO

O extrato da casca de *Poincianella pyramidalis* apresenta ação antimicrobiana promissora contra algumas cepas bacteriana de referência, destacando-se a eficácia contra *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Klebsiella pneumoniae*. Contudo, para *Pseudomonas*

aeruginosa o extrato demonstrou apenas efeito bacteriostático na maior concentração testada, sinalizando limitações frente a esta espécie.

Desta forma, o extrato da casca de *P. pyramidalis* apresenta potencial na terapia alternativa de infecções bacterianas em animais, assim como para uso complementar em combinação com antibióticos convencionais para intensificar a ação antimicrobiana, visando reduzir a resistência bacteriana.

Esses achados sugerem que o extrato da casca de *P. pyramidalis* merece investigação aprofundada para avaliar sua aplicabilidade em tratamentos alternativos, alinhando-se à busca urgente por novas alternativas aos antibióticos tradicionais, especialmente no contexto da resistência antimicrobiana.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, Raheem Hashim; GABUR, Sanaa Ghali. Molecular search of some antibiotic-borne genes of the clinical *Pseudomonas aeruginosa* plasmid. **Systematic Reviews in Pharmacy**, v. 12, n. 1, p. 170-189, 2021.
- ACOSTA, A. C. *et al.* Fatores de virulência de *Staphylococcus aureus*. **Medicina Veterinária**, v. 11, n. 4, p. 252-269, 2017.
- ALMEIDA, A. P. *et al.* Antioxidant and antifungal activities of gallic acid and its ester derivatives. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 9, n. 24, p. 716-724, 2015.
- ALMEIDA, M. C.; SILVA, J. S.; OLIVEIRA, P. A. Métodos de extração de compostos bioativos de plantas. **Revista de Fitoterapia Veterinária**, v. 23, n. 2, p. 45-52, 2017.
- ALVIANO, Wagner S. *et al.* *In vitro* antioxidant potential of medicinal plant extracts and their activities against oral bacteria based on Brazilian folk medicine. **Archives of oral biology**, v. 53, n. 6, p. 545-552, 2008.
- ASATI, N.; YADAVA, R. N. Antibacterial activity of a triterpenoid saponin from the stems of *Caesalpinia pulcherrima* Linn. **Natural Product Research**, v. 32, n. 5, p. 499-507, 2018.
- BAHIA, M. V.; SANTOS, J. B.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Biflavonoids and other phenolics from *Caesalpinia pyramidalis* (Fabaceae). **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 16, n. 6, p. 1402-1405, 2005.
- CAMARGO, L. R. P.; SUFFREDINI, I. B. Atividade anti-*Escherichia coli* de extratos de plantas brasileiras: novas tendências em pesquisa veterinária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, p. 617-620, 2014.
- CARVALHO, R. S.; MOREIRA, T. A.; RIBEIRO, L. B. Influência dos solventes na extração de compostos bioativos de plantas medicinais. **Journal of Natural Products**, v. 12, n. 1, p. 34-39, 2023.

CHAVES, T. P. *et al.* Evaluation of the interaction between the *Poincianella pyramidalis* (Tul.) LP Queiroz extract and antimicrobials using biological and analytical models. **PLoS ONE**, v. 11, n. 5, p. e0155532, 2016.

CLSI. **Clinical Laboratory Standards Institute. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing**. 34 ed. São Paulo, v. 44, M100, 2024.

COSTA, C. A. *et al.* Modulação da inflamação pela 5'-Hidroxiamentoflavona. **Phytotherapy Research**, v. 29, n. 6, p. 789-795, 2015.

COSTA, M. F. C.; SOUZA, A. L.; PEREIRA, J. B. Uso de fitoterápicos na medicina veterinária: uma revisão. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 42, n. 3, p. 212-218, 2020.

DAS, A. *et al.* Pharmacological basis and new insights of taxifolin: A comprehensive review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 142, p. 112004, 2021.

ERHARUYI, O. *et al.* Cytotoxic, anti-inflammatory, and leishmanicidal activities of diterpenes isolated from the roots of *Caesalpinia pulcherrima*. **Planta Medica**, v. 83, n. 1/2, p. 104-110, 2017.

ERHARUYI, Osayemwenre *et al.* Cytotoxic, anti-inflammatory, and leishmanicidal activities of diterpenes isolated from the roots of *Caesalpinia pulcherrima*. **Planta medica**, v. 83, n. 01/02, p. 104-110, 2017.

FARIAS, L. R.; SILVA, R. A.; MENDONÇA, F. L. Eficácia dos métodos de maceração e infusão na extração de compostos de plantas medicinais. **Revista de Plantas Mediciniais**, v. 28, n. 4, p. 210-216, 2020.

FERREIRA, M. I. *et al.* Phytochemical and pharmacological properties of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz. **Natural Product Research**, v. 31, n. 14, p. 1677-1683, 2017.

GOTTARDO, ANDRESSA *et al.* Uso indiscriminado de antimicrobianos na medicina veterinária e o risco para saúde pública. **Revista GeTeC**, v. 10, n. 26, 2021.

GRATÃO, L. H. A.; DO NASCIMENTO, G. N. L. Preparo e extração de drogas vegetais. **Compostos Bioativos Vegetais**, p. 39, 2014..

JAIN, S.; VAIDYA, A. Comprehensive Review on Pharmacological Effects and Mechanism of Actions of Taxifolin: a bioactive flavonoid. **Pharmacological Research-Modern Chinese Medicine**, p. 100240, 2023.

KAATZ, G. W. *et al.* Phenothiazines and thioxanthenes inhibit multidrug efflux pump activity in *Staphylococcus aureus*. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v. 47, n. 2, p. 719-726, 2003.

KAPER, J. B.; NATARO, J. P.; MOBLEY, H. L. T. Pathogenic *Escherichia coli*. **Nature Reviews Microbiology**, v. 2, n. 2, p. 123-140, 2017

LIMA, E. O. *et al.* Antifungal activity of the chalcone, 4,4'-dihydroxy-2'-methoxychalcone, isolated from *Poincianella pyramidalis*. **Natural Product Communications**, v. 9, n. 1, p. 43-46, 2014.

LIMA, Maria Raquel Ferreira *et al.* Anti-bacterial activity of some Brazilian medicinal plants. **Journal of ethnopharmacology**, v. 105, n. 1-2, p. 137-147, 2006.

LUCENA, R. F. P.; LUCENA, C. M.; CARVALHO, T. K. M.; FERREIRA, E. C. *Plantas e Animais Medicinais da Paraíba: Visões da Etnobiologia e Etnoecologia*. Cabedelo: Editora IESP, 2018.

LUNA, Carlos M. *et al.* Treatment of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in Latin America. **Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 14, p. 119-127, 2010.

MACEDO, M. A.; GHERARDI, S. R. M.; DE ALMEIDA, J. C. Aplicações dos antimicrobianos na medicina veterinária: histórico, evolução, uso indiscriminado e resistência. **Biodiversidade**, v. 22, n. 1, 2023.

MACHADO, G. L.; FREITAS, E. F. Propriedades cicatrizantes do extrato de *Aloe vera* em feridas cutâneas de animais. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 28, n. 1, p. 15-21, 2021.

MARIOTINI, A. B.; CARVALHO, E. V. Perfil de resistência aos antibióticos de bactérias isoladas de infecções de animais atendidos no UNIFAA. **Revista Saber Digital**, v. 13, n. 1, p. 176-187, 2020.

MARQUES, G. R.; CAMPLESI, A. C.; COSTA, M. T. Resistência bacteriana na medicina veterinária e sua relação com a saúde pública. **Veterinária e Zootecnia**, v. 30, p. 1-12, 2023.

MENEZES, I. R. A. *et al.* Pharmacobotanical characterization and biological activities of *Poincianella pyramidalis* leaves. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 8, n. 6, p. 110-116, 2018.

MORAES ARNOSO, B. J.; COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 18, n. 1, p. 39-48, 2019.

MOURA, S. A.; LIMA, D. S. Percolação como método de extração de princípios ativos em fitoterápicos. **Journal of Phytotherapy**, v. 7, n. 2, p. 89-95, 2018.

NOVAIS, T. S. *et al.* Atividade antibacteriana em alguns extratos de vegetais do semi-árido brasileiro. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, p. 5-8, 2003.

OLIVEIRA, A. M.; RODRIGUES, M. S.; SOUZA, P. R. Extratos vegetais no controle de parasitas em animais. **Revista de Saúde Animal**, v. 29, n. 4, p. 123-129, 2018.

OLIVEIRA, J. C. S. de; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Composição química das cascas das raízes e flores de *Poincianella pyramidalis* (Fabaceae). **Química Nova**, v. 39, p. 189-193, 2016.

OLIVEIRA, T. P.; VIEIRA, G. S.; SANTOS, D. C. Extração de compostos bioativos utilizando solventes orgânicos. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 37, n. 3, p. 303-309, 2016.

PARK, H. *et al.* Characterisation of *Pseudomonas aeruginosa* related to bovine mastitis. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 62, n. 1, p. 1-12, 2014.

PEREIRA, R. L. S. *et al.* Antifungal activity of flavonoids from *Poincianella pyramidalis*. **Phytotherapy Research**, v. 29, n. 12, p. 1907-1910, 2015.

PUBCHEM. PubChem. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>.

QUEIROZ, L. B.; LUNA, K. O.; DE OLIVEIRA, É. C. S. Saberes da tradição: relatos etnográficos de vaqueiros sobre o uso de recursos naturais no tratamento de afecções

decorrentes da “pega de boi”, agreste pernambucano – Brasil. **Ethnoscintia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology**, v. 5, n. 1, 2020.

QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; LEONARD, F. C.; FITZPATRICK, E. S.; FANNING, S. *Microbiologia veterinária essencial*. Artmed Editora, 2018.

RODRIGUES, C. F.; ALMEIDA, L. S. A. Comparação entre decocção e infusão na extração de compostos fenólicos de plantas medicinais. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 31, n. 1, p. 28-34, 2021.

RODRIGUES, L. A. *et al.* Propriedades anti-inflamatórias da 4,4'-Dihidroxi-2'-metoxichalcona. **Inflammation**, v. 37, n. 3, p. 910-918, 2014.

SALEHI, B.; MORTAZ, E.; TABARSI, P. Comparison of antibacterial activities of cadmium oxide nanoparticles against *Pseudomonas aeruginosa* and *Staphylococcus aureus* bacteria. **Advanced Biomedical Research**, v. 4, n. 1, p. 105, 2015.

SALEHI, Soheil *et al.* Phytosynthesis of silver nanoparticles using *Artemisia marschalliana* Sprengel aerial part extract and assessment of their antioxidant, anticancer, and antibacterial properties. **International journal of nanomedicine**, p. 1835-1846, 2016.

SANTOS, A. B.; SILVA, M. C.; PEREIRA, F. J. Infusão como método de extração em fitoterapia. **Revista de Terapias Naturais**, v. 14, n. 2, p. 63-68, 2019.

SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica (UNIFAP)**, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

SANTOS, R. F. *et al.* Compostos bioativos na *Poincianella pyramidalis*: identificação e aplicações. **Anais da Sociedade Brasileira de Química**, v. 39, n. 3, p. 56-65, 2019.

SCHERER, C. B.; BOTONI, L. S.; COSTA-VAL, A. P. Mecanismos de ação de antimicrobianos e resistência bacteriana. **Veterinária**, v. 4, n. 13, p. 12-20, 2016.

SHARIFI-RAD, J. *et al.* Plants of the *Melaleuca* genus as antimicrobial agents: From farm to pharmacy. **Phytotherapy Research**, v. 31, n. 10, p. 1475-1494, 2017.

SILVA, C. G. *et al.* Levantamento etnobotânico de plantas medicinais em área de Caatinga na comunidade do Sítio Nazaré, município de Milagres, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, p. 133-142, 2015.

SILVA, J. B.; MARTINS, E. C.; COSTA, A. L. Potencial terapêutico dos extratos vegetais na medicina veterinária. **Revista Científica de Medicina Veterinária**, v. 27, n. 2, p. 120-128, 2019.

SILVA, L. *et al.* Multidrug-Resistant *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis* Isolated from Dogs and Cats in Southern Brazil. **Microbiology Research**, v. 15, n. 3, p. 1083-1090, 2024.

SILVA, R. A. *et al.* Estudo da atividade antioxidante da Taxifolina. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 385-391, 2015.

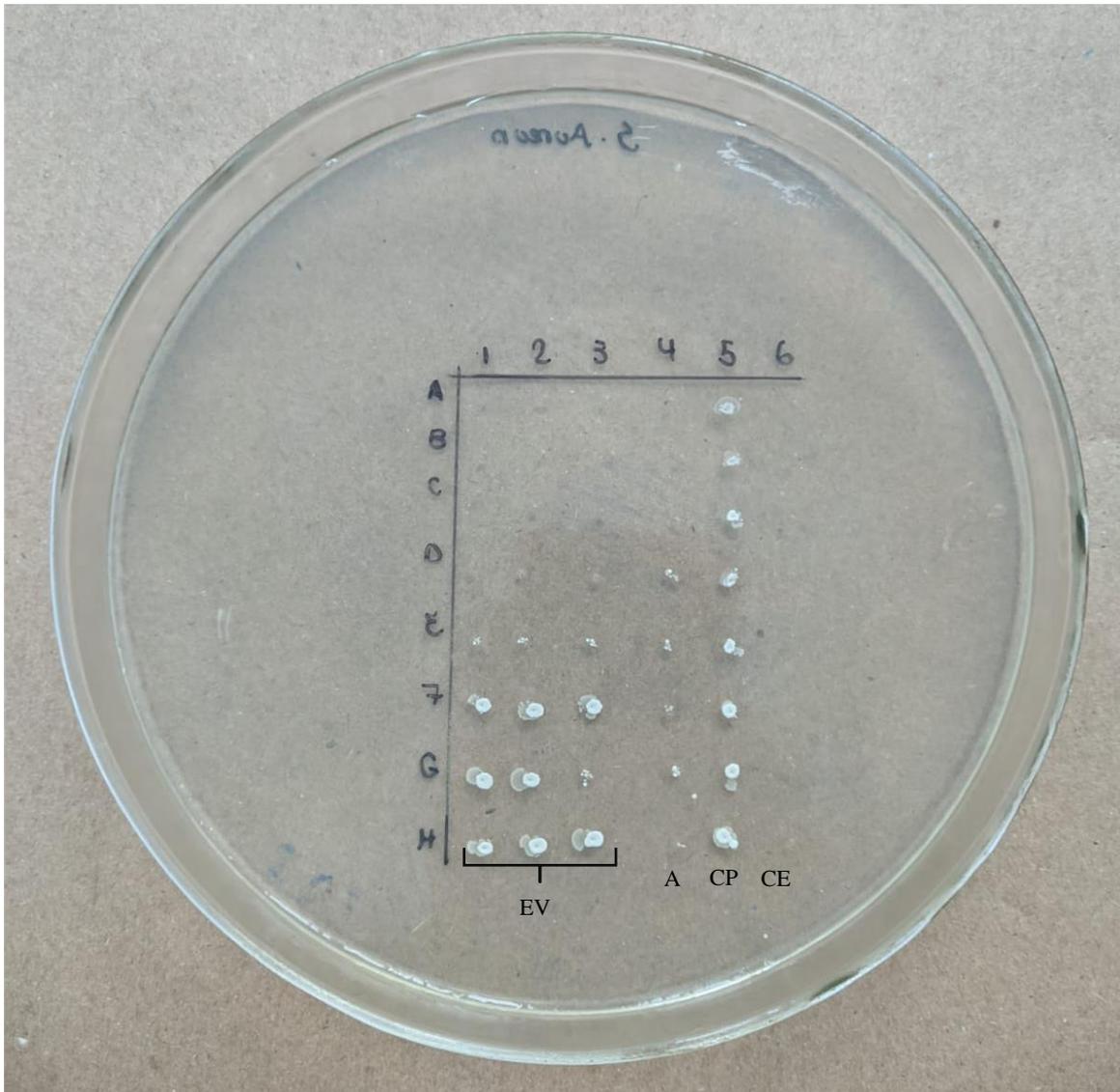
SOUSA, A. T. H. I. *et al.* Perfil de resistência antimicrobiana de *Klebsiella pneumoniae* isoladas de animais domésticos e silvestres. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 584-593, 2019..

SOUZA, S. M. *et al.* Antifungal properties of flavonoids isolated from *Poincianella pyramidalis*. **Mycoses**, v. 59, n. 9, p. 587-593, 2016.

APÊNDICES

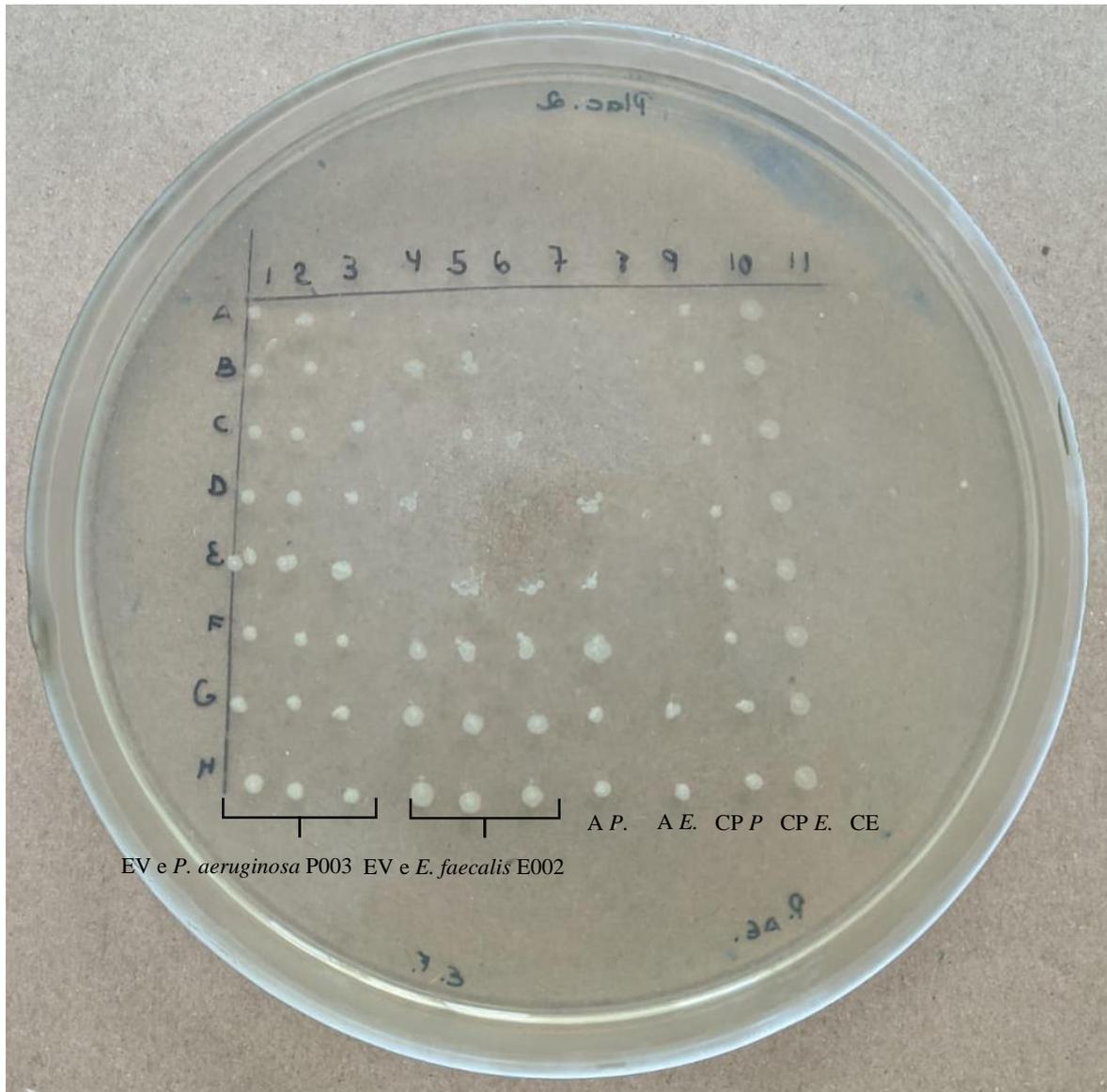
APÊNDICE A – RESULTADOS

Imagem 1 – Concentração Bactericida mínima do extrato de *Poincianella pyramidalis* frente a cepas padrão ATCC de *Staphylococcus aureus* S013. Da esquerda para direita foram realizadas as microdiluições com o extrato vegetal (EV), diluição com o antibiótico controle (A), controle positivo da bactéria (CP) e por fim o controle de esterilidade da placa (CE).



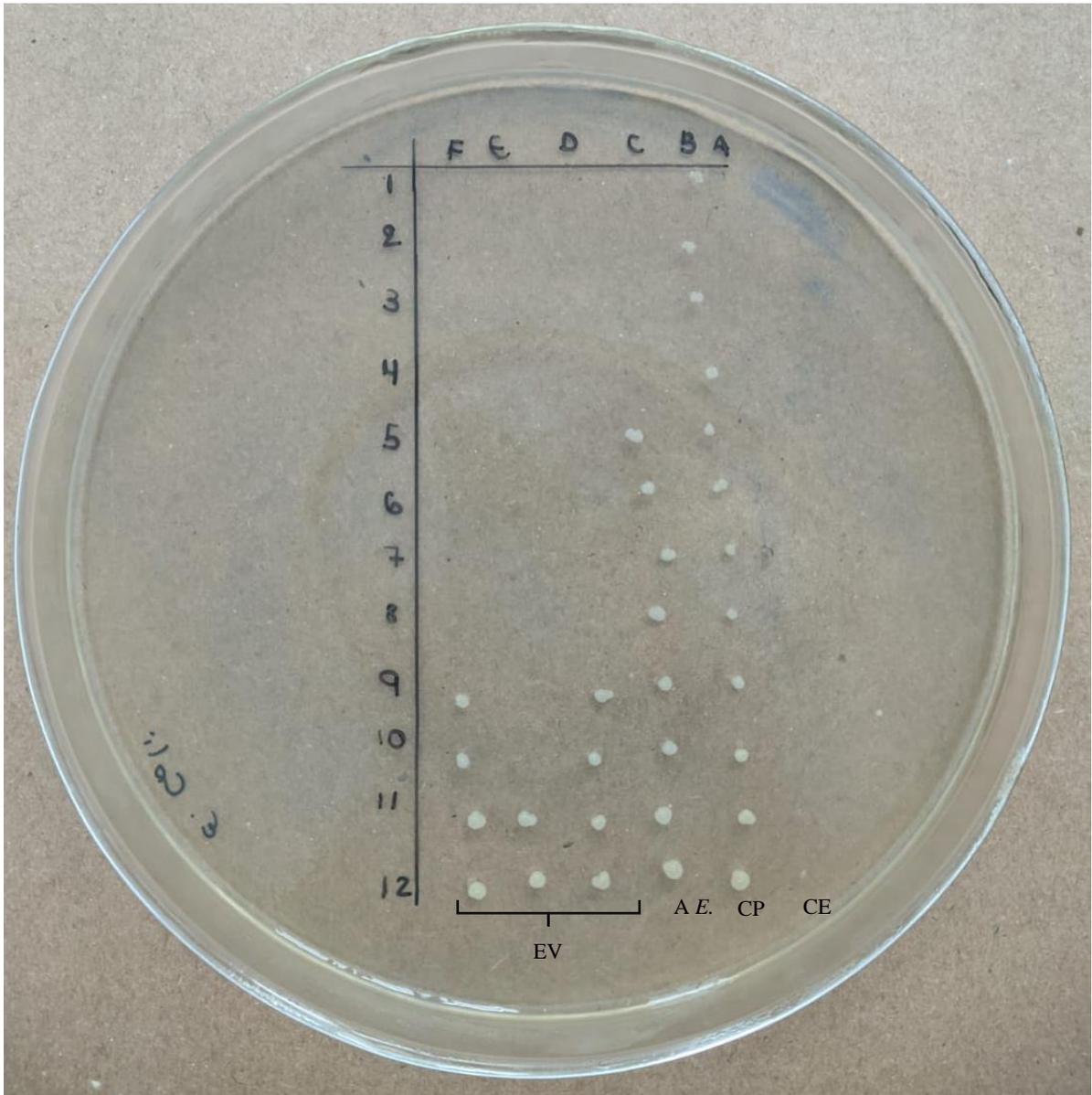
Fonte: Autoral, 2024.

Imagem 2- Concentração Bactericida mínima do extrato de *Poincianella pyramidalis* frente a cepas padrão ATCC de *Pseudomonas aeruginosa* P003 e *Enterococcus faecalis* E002. Da esquerda para direita foram realizadas as microdiluições com o extrato vegetal (EV), diluição com o antibiótico controle (A), controle positivo da bactéria (CP) e por fim o controle de esterilidade da placa (CE).



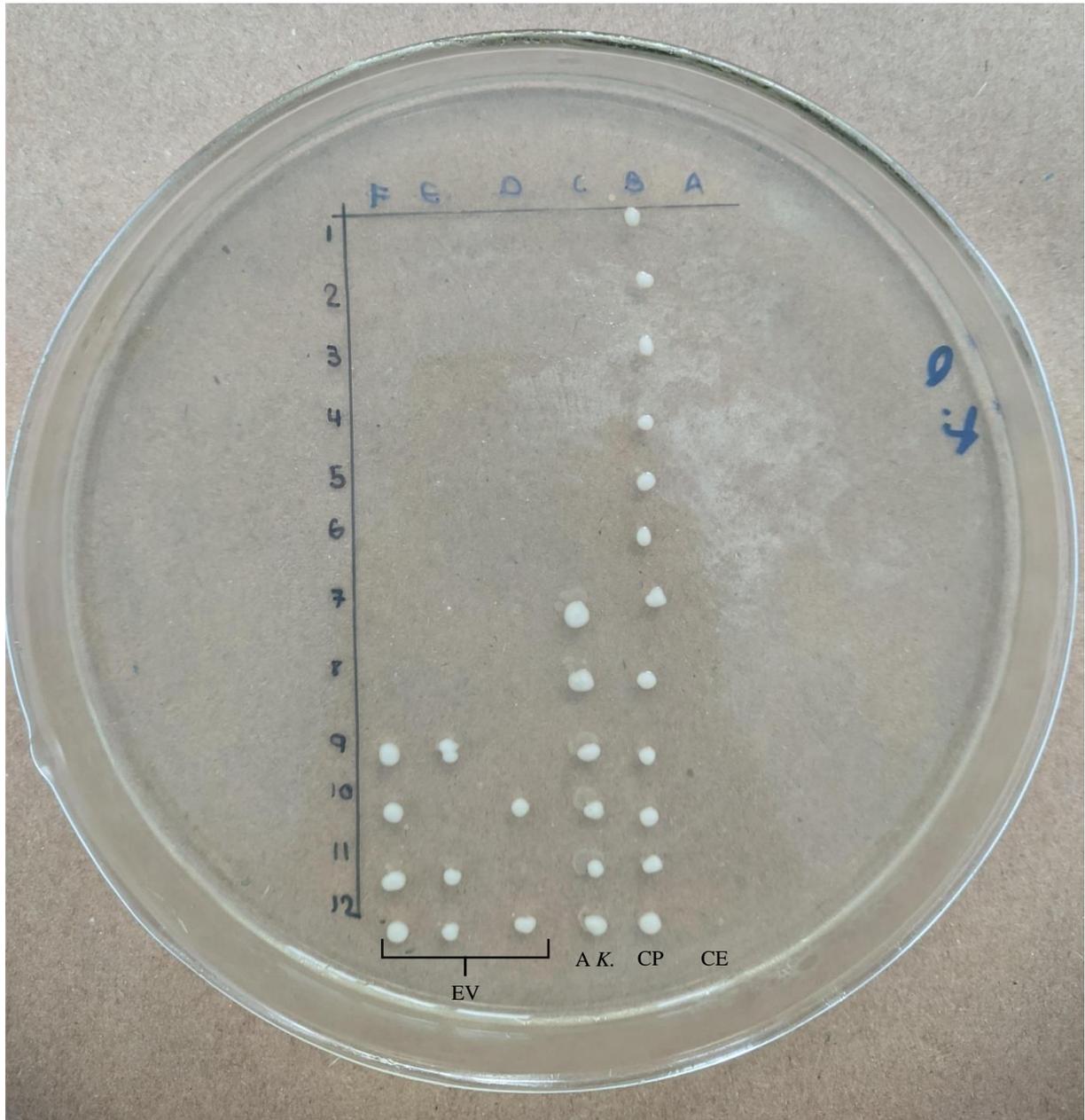
Fonte: Autoral, 2024.

Imagem 3 – Concentração Bactericida mínima do extrato de *Poincianella pyramidalis* frente a cepas padrão ATCC de *Escherichia coli* E003. Da esquerda para direita foram realizadas as microdiluições com o extrato vegetal (EV), diluição com o antibiótico controle (A), controle positivo da bactéria (CP) e por fim o controle de esterilidade da placa (CE).



Fonte: Autoral, 2024.

Figura 4 – Concentração Bactericida mínima do extrato de *Poincianella pyramidalis* frente a cepas padrão ATCC de *Klebsiella pneumoniae* K001. Da esquerda para direita foram realizadas as microdiluições com o extrato vegetal (EV), diluição com o antibiótico controle (A), controle positivo da bactéria (CP) e por fim o controle de esterilidade da placa (CE).



Fonte: Autoral, 2024.