

UNILEÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO LEÃO SAMPAIO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

AYLLANE KELLY GALVÃO FREIRE

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIAL DE
MODIFICAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS* RADDI (AROEIRA-VERMELHA) FRENTE *ESCHERICHIA
COLI* E *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

JUAZEIRO DO NORTE – CE
2025

AYLLANE KELLY GALVÃO FREIRE

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIAL DE
MODIFICAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS* RADDI (AROEIRA-VERMELHA) FRENTE *ESCHERICHIA
COLI* E *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dr. Plínio Bezerra
Palácio

JUAZEIRO DO NORTE – CE
2025

AYLLANE KELLY GALVÃO FREIRE

**AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIAL DE
MODIFICAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SCHINUS
TEREBINTHIFOLIUS RADDI* (AROEIRA-VERMELHA) FRENTE *ESCHERICHIA
COLI* E *STAPHYLOCOCCUS AUREUS***

Trabalho de Conclusão de Curso – Artigo científico, apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Biomedicina do Centro Universitário Leão Sampaio, em cumprimento às exigências para a obtenção parcial do grau de bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof. Dr. Plínio Bezerra Palácio

Data de aprovação: 26/11/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Plínio Bezerra Palácio
Orientador

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Ferreira Araújo
Examinadora 1

Prof^a. Dr^a. Amanda Karine de Sousa
Examinadora 2

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E POTENCIAL DE MODIFICAÇÃO DO EXTRATO ETANÓLICO DE *SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS* RADDI (AROEIRA-VERMELHA) FRENTE *ESCHERICHIA COLI* E *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

Ayllane Kelly Galvão Freire¹
Priscilla Ramos Freitas Alexandre²
Plínio Bezerra Palácio²

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo avaliar a atividade antibacteriana e potencial de modificação da ação de antibióticos do extrato etanólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha) frente *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, planta nativa da América do Sul com uso tradicional na medicina popular. As folhas da planta foram coletadas, submetidas à extração etanólica e testadas em cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, utilizando o método de microdiluição em placa de 96 poços. Foi avaliada a interação do extrato com os antibióticos gentamicina e norfloxacino. A atividade modificadora do extrato com o norfloxacino frente à cepa de *Escherichia coli* não apresentou resultados estatisticamente relevantes, mas houve redução da CIM (Concentração Inibitória Mínima) de 64µg/mL para 32µg/mL com a gentamicina, e frente à cepa de *Staphylococcus aureus* houve redução da CIM de 341µg/mL para 171µg/mL com o norfloxacino e de 256µg/mL para 75µg/mL com a gentamicina. Foi evidenciado a potencialização do efeito do antibiótico quando o produto foi combinado com gentamicina contra a cepa *Escherichia coli*, bem como contra *Staphylococcus aureus* quando combinado com gentamicina e norfloxacino, o que pode ser mais um mecanismo terapêutico para auxiliar no tratamento contra infecções. Assim, o extrato etanólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi apresenta capacidade de modificar a ação de antibióticos, especialmente quando associado à gentamicina, promovendo redução significativa da CIM frente *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

Palavras-chave: Aminoglicosídeos. CIM. Fluoroquinolonas. Microdiluição. Resistência bacteriana.

EVALUATION OF THE ANTIBACTERIAL AND MODIFICATION POTENTIAL OF THE ETHANOLIC EXTRACT OF *Schinus terebinthifolius* RADDI (BRAZILIAN PEPPERTREE) AGAINST *Escherichia coli* AND *Staphylococcus aureus*

Ayllane Kelly Galvão Freire¹
Priscilla Ramos Freitas Alexandre²
Plínio Bezerra Palácio²

ABSTRACT

¹Discente de Biomedicina, ayllanecontato2004@gmail.com, Centro Universitário Leão Sampaio

²Docente de Biomedicina, priscillafreitas@leaosampaio.edu.br, Centro Universitário Leão Sampaio

²Docente de Biomedicina, pliniobezerra@leaosampaio.edu.br, Centro Universitário Leão Sampaio

The study aims to evaluate the antibacterial activity and modification potential of the ethanolic extract of *Schinus terebinthifolius* Raddi (brazilian peppertree) against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*, a native plant of South America and traditionally used in folk medicine. The plant leaves were collected, subjected to ethanolic extraction, and tested against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* strains using the 96-well microdilution method. The interaction of the extract with the antibiotics gentamicin and norfloxacin was assessed. The modulatory activity of the extract combined with norfloxacin against the *Escherichia coli* strain did not show significantly relevant results; however, the MIC (Minimum Inhibitory Concentration) decreased from 64 µg/mL to 32 µg/mL when combined with gentamicin against *Staphylococcus aureus*, a MIC reduction was observed from 341 µg/mL to 171 µg/mL with norfloxacin and from 256 µg/mL to 75 µg/mL with gentamicin. The potentiation of the antibiotic effect was demonstrated when the extract was combined with gentamicin against *Escherichia coli*, as well as against *Staphylococcus aureus* when combined with gentamicin and norfloxacin, suggesting a potential therapeutic mechanism to support infection treatment. Thus, the ethanolic extract of *Schinus terebinthifolius* Raddi exhibits the ability to modify the action of antibiotics, especially when combined with gentamicin, promoting a significant reduction in the MIC against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*.

Keywords: Aminoglycosides. Bacterial resistance. Fluoroquinolones. Microdilution. MIC.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca por sua vasta diversidade de espécies vegetais, distribuídas em diferentes ecossistemas, o que favorece o uso tradicional de plantas locais na preparação de medicamentos caseiros, utilizando-se partes como frutos, folhas e cascas. A prática de utilizar plantas e ervas com propósitos terapêuticos é comum em diversas regiões do país. (Ramos, 2021; Reis *et al.*, 2023).

Diversas plantas são utilizadas com propósito medicinal no tratamento de doenças, devido às propriedades terapêuticas que lhes são atribuídas. Essa tradição está associada à presença de ações antioxidante, anti-inflamatória, antimicrobiana e antifúngica, presentes em diversas plantas da região, incluindo espécies do gênero *Schinus*. (Gomes, 2022; Macedo, 2024).

Estudos sobre a atividade antimicrobiana de óleos essenciais, extratos vegetais e seus compostos têm ganhado destaque no tratamento de enfermidades, especialmente devido ao aumento da resistência microbiana emergente. Entre elas, a planta *Schinus terebinthifolius* Raddi, popularmente conhecida como aroeira-vermelha, uma espécie nativa da América do Sul amplamente utilizada na medicina tradicional por suas propriedades antimicrobianas, cicatrizantes e anti-inflamatórias. (Cabral *et al.*, 2024; Costa, 2021; Maia *et al.*, 2021).

Pesquisas recentes demonstram que o extrato etanólico das folhas de *Schinus terebinthifolius* exibem atividade antibacteriana considerável contra diferentes cepas patogênicas, como *Bacillus subtilis* (ATCC 6633), *Bacillus cereus* (CCT 0096), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538), *Escherichia coli* (ATCC 94863) e *Pseudomonas aeruginosa* (CCT 009) (Santos, 2023). Este efeito é atribuído à presença de substâncias bioativas como flavonoides, taninos e terpenos, que atuam em processos fisiológicos essenciais das bactérias (Ghandour *et al.*, 2021; Kowalski *et al.*, 2020).

Além da atividade bactericida direta, há evidências de que extratos vegetais podem exercer um efeito potencializador sobre a resistência bacteriana, aumentando a eficácia de antibióticos já existentes. Essa abordagem constitui uma estratégia promissora para combater mecanismos de resistência e recuperar a efetividade de antimicrobianos comprometidos (Alam, 2022; Santos *et al.*, 2020).

Entre os microrganismos que mais frequentemente causam infecções estão as bactérias que compõem a flora humana normal e que, em indivíduos saudáveis, apresentam baixa virulência. No entanto, em pessoas imunocomprometidas, essas bactérias podem causar infecções oportunistas (Sousa *et al.*, 2019).

Uma clássica bactéria oportunista é *Escherichia coli*, pertencente à família Enterobacteriaceae. Esta bactéria é amplamente distribuída no ambiente e tem como principal *habitat* o trato gastrointestinal de humanos e animais. No entanto, as cepas comensais de *Escherichia coli* não são patogênicas e desempenham importantes funções fisiológicas no organismo (Gouveia; Bernalier-Donadille e Jubelin, 2024).

Outra bactéria oportunista relevante é *Staphylococcus aureus*, frequentemente associada a infecções hospitalares. As infecções mais comuns envolvem a pele (como celulite e impetigo), mas podem ocasionar feridas em diversas partes do corpo. Infecções causadas por *S. aureus* podem ser agudas e disseminar-se para outros tecidos, provocando complicações como bacteremia, pneumonia, osteomielite, endocardite, miocardite, pericardite e meningite (Pereira *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022).

Diante disso, o avanço contínuo da resistência bacteriana a diferentes antibióticos representa um grave problema de saúde pública mundial, exigindo a implementação de diversas estratégias de controle e a mobilização de órgãos nacionais e internacionais de vigilância epidemiológica (Morais *et al.*, 2020; Walsh, 2023).

Nesse contexto, o presente estudo buscou avaliar a atividade antibacteriana do extrato etanólico de *Schinus terebinthifolius* Raddi, assim como o potencial de

modificação da ação dos antibióticos gentamicina e norfloxacino, frente cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Tipo de estudo

Tratou-se de um estudo de caráter experimental *in vitro* com análise comparativa quantitativa. O experimento foi estruturado em quatro etapas, entre os meses de julho e outubro de 2025. A primeira etapa ocorreu no sítio Lagoa Grande, no município de Exu – Pernambuco (Latitude: 7°37'01.2''S, Longitude: 39°40'29.7''W), onde ocorreu a coleta do material vegetal. As etapas posteriores ocorreram no Centro Universitário Dr. Leão Sampaio – UniLeão campus saúde em Juazeiro do Norte – CE. A segunda etapa aconteceu no Laboratório Multidisciplinar, onde obteve-se o extrato etanólico das folhas. As últimas etapas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, onde verificou-se a avaliação da atividade antibacteriana e a avaliação do potencial de modificação do extrato.

2.1.2 Coleta e identificação botânica

Para obtenção do extrato etanólico e realização dos experimentos, foi utilizada a espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi. A coleta do material vegetal foi realizada no período vespertino para garantir maior concentração de metabólitos secundários, no sítio Lagoa Grande, localizado no município de Exu – Pernambuco. As amostras foram identificadas e uma exsicata da espécie em prensa botânica foi levada ao Herbário Dárdano de Andrade Lima, na Universidade Regional do Cariri, Crato – Ceará para respectiva identificação da espécie, sob número de herbário 17.181.

2.1.3 Preparo do extrato etanólico

Inicialmente, as folhas foram separadas dos caules e lavadas em água corrente para eliminar impurezas. Posteriormente, foram enxutas com papel absorvente e pesadas, e em seguida, foram submetidas à secagem à temperatura ambiente.

Após a secagem, as folhas foram fragmentadas em pedaços menores e trituradas manualmente. Depois, foram submetidas ao processo de maceração estática, no qual foram imersas em etanol a 95% em quantidade suficiente para todo material permanecer imerso. Essa mistura permaneceu em repouso por 72 horas, com agitação ocasional, visando a obtenção do extrato fluido.

Após esse período, o extrato foi submetido à filtração utilizando papel filtro qualitativo de gramatura 80 g/m², com o objetivo de remover partículas sólidas. O líquido filtrado foi então concentrado, utilizando chapa aquecedora à aproximadamente 40 °C, para assim, obter o extrato etanólico bruto das folhas de *Schinus terebinthifolius*. Após essa etapa, o concentrado foi transferido para um recipiente aberto e mantido à temperatura ambiente, permitindo a completa evaporação residual do solvente.

2.1.4 Antibióticos, meios de cultura e microrganismos

Para os testes foram selecionados os antibióticos gentamicina e norfloxacino. Os meios de cultura usados foram o *Ágar Brain Heart Infusion* (BHI) e *Brain Heart Infusion Broth*. Foram utilizadas as linhagens multirresistentes de isolados clínicos *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, cedidas pelo Laboratório Escola de Análises Clínicas – Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, Juazeiro do Norte – Ceará.

2.1.5 Preparo das soluções teste

Para o preparo do extrato etanólico de *Schinus terebinthifolius* (EEST) e dos antibióticos, foi pesado 10 mg do produto e diluído em 0,5 mL de DMSO, acrescentado mais 9,265 µL de água destilada estéril, perfazendo solução com concentração de 1024 µg/mL. Essa solução foi utilizada para os testes de CIM e atividade modificadora da ação de antibióticos.

2.1.6 Avaliação da atividade antibacteriana direta

Para a avaliação foi utilizada a técnica de microdiluição em placa de 96 poços, com base no CLSI (2012), em que todos os testes foram realizados em triplicata. Inicialmente, as bactérias foram semeadas em BHI *Ágar* e incubadas a 37 °C por 24 horas. Após esse período foi realizado o inóculo bacteriano com uma alíquota da cultura diluída

em tubo contendo solução salina estéril, onde a turbidez foi ajustada de acordo com a escala padrão ($0,5 \times 10^{-8}$) de *McFarland*. Em seguida, foi adicionado 100 μL de inóculo a um microtubo contendo 900 μL de BHI a 10%, e em cada poço da placa de microdiluição, foi adicionado 100 μL da solução inóculo + BHI a 10%. O EEst, que foi inicialmente preparado com uma concentração de 1024 $\mu\text{g}/\text{mL}$, foi submetido a diluições seriadas 1:2 do primeiro ao penúltimo poço da placa de microdiluição. Os últimos poços foram incluídos como controles positivos, compostos por meio e inóculo, para certificar a viabilidade do crescimento bacteriano (NCCLS, 2003). As microplacas foram incubadas por 24 horas a aproximadamente 37 °C.

Para determinar a Concentração Inibitória Mínima (CIM) frente às linhagens bacterianas foi utilizado um método colorimétrico, utilizando uma solução de resazurina sódica a 0,04 mg/mL . Após a incubação, foram adicionados 20 μL da solução a cada poço, e a placa foi mantida por uma hora em temperatura ambiente. A mudança de cor de azul para rosa, resultante da redução da resazurina, indicou crescimento bacteriano. A CIM foi determinada como a menor concentração do extrato que manteve a cor azul inalterada, indicando ausência de crescimento bacteriano (Salvat, 2001).

2.1.7 Avaliação do potencial de modificação da ação antibiótica

Para avaliação da atividade modificadora, foram utilizadas cepas multirresistentes de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Utilizou-se também os antibióticos gentamicina e norfloxacino, da classe dos aminoglicosídeos e fluoroquinolonas, respectivamente, preparados inicialmente em concentração de 1024 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Todos os testes foram realizados em triplicata.

O potencial de modificação foi determinado conforme os métodos descritos por Coutinho *et al.* (2008) e Matias (2010), que envolve a combinação de extratos vegetais em concentrações subinibitórias (CIM/8) com antibióticos, visando observar possível efeito potencializador ou antagônico na inibição do crescimento bacteriano.

Para realização do ensaio de microdiluição em placas, inicialmente, 100 μL de uma solução contendo 1162 μL de caldo BHI a 10%, 150 μL de inóculo bacteriano e 188 μL do EEst foram adicionados a cada poço. Após isso, 100 μL do antibiótico foi adicionado ao primeiro poço e submetido a diluições seriadas 1:2 do primeiro ao penúltimo poço, resultando em concentrações que variaram de 512 a 0,5 $\mu\text{g}/\text{mL}$. Os

últimos poços foram utilizados como controle bacteriano positivo, e as placas foram incubadas por 24 horas a aproximadamente 37 °C.

Após o período de incubação, a atividade modificadora foi avaliada pela adição de, 20 µL de uma solução de resazurina sódica a 0,04 µg/mL, em cada poço. A mudança de cor de azul para rosa indicou crescimento bacteriano, enquanto a permanência da cor azul sugeriu inibição do crescimento, permitindo a determinação da CIM.

2.1.8 Análise estatística

Os dados foram representados como média geométrica \pm desvio padrão e a análise estatística dos dados foi aplicada à análise de variância (ANOVA), seguida do teste *posthoc* de Bonferroni, utilizando o *software GraphPad Prism 9.2.0*. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $p < 0,05$.

2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

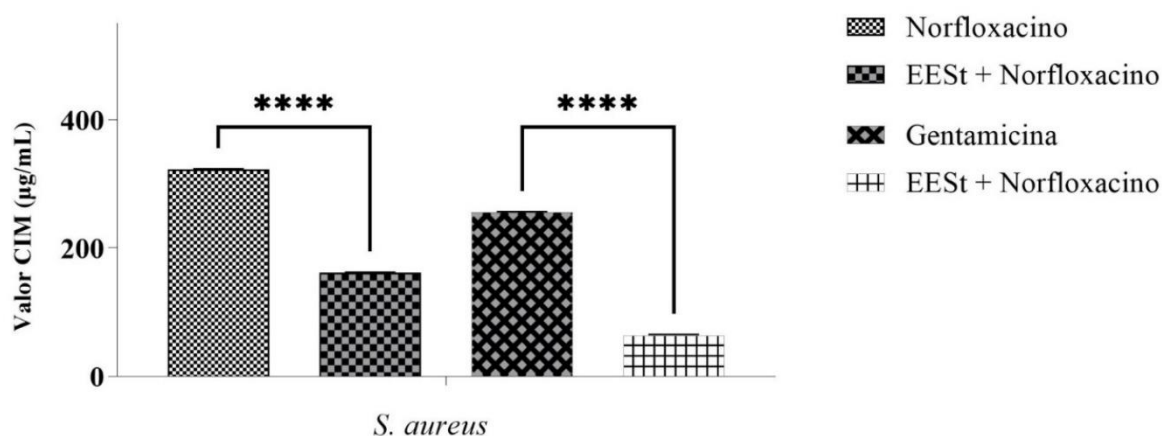
Na determinação da Concentração Inibitória Mínima do EEst, frente a cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* não foi obtido um resultado estatisticamente relevante, com CIM maior ou igual a 1024 µg/mL. Silva *et al.* (2023) obtiveram resultado semelhante utilizando óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi frente *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*.

A padronização de estudos com plantas medicinais é desafiadora, principalmente devido a essa dificuldade ser explicada principalmente pela variação nas concentrações de fitoconstituintes presentes. No caso do EEst, variações decorrentes do solo e clima onde a planta é cultivada, horários de coleta da planta, perfil de sensibilidade das cepas usadas, ou mesmo a metodologia empregada na realização dos testes de atividade antimicrobiana (Araújo, 2020; Spézia *et al.*, 2020; Tramontin, 2020).

A investigação da interação entre extratos vegetais e antibióticos compõe uma das mais recentes áreas de estudo, cujo objetivo é contornar mecanismos de resistência bacteriana e restaurar a eficácia de fármacos já estabelecidos. Nesse contexto, foram realizados os testes de potencial de modificação, utilizando linhagens de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, testando a ação do extrato em associação ao aminoglicosídeo gentamicina e à fluoroquinolona norfloxacino.

O produto associado aos antibióticos gentamicina e norfloxacino frente a cepa de *Staphylococcus aureus* obteve resultados significativos, representados no gráfico 1. Ou seja, o EEst potencializou a ação do antibiótico.

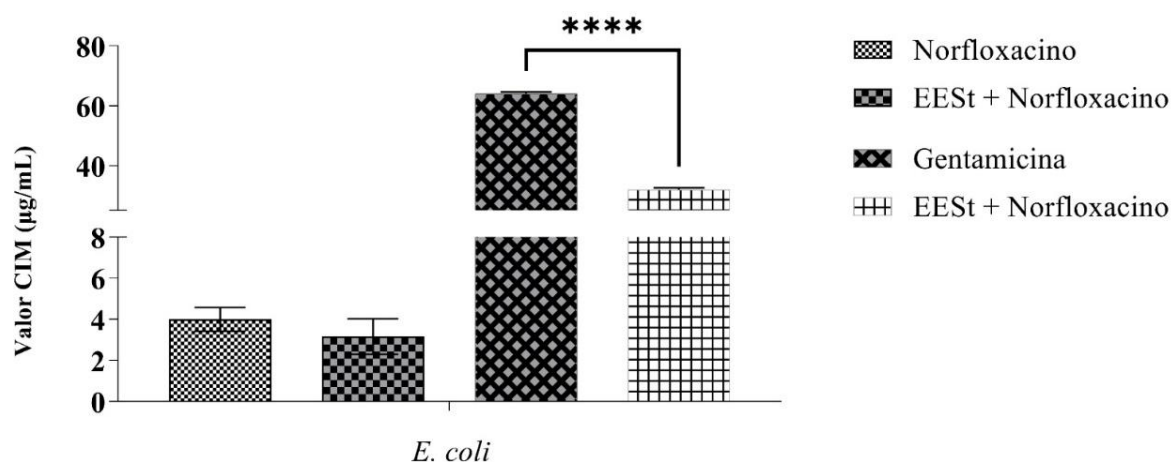
Gráfico 1: Avaliação estatística através da análise de variância (*one-way* ANOVA) de *Staphylococcus aureus* com norfloxacino e gentamicina, utilizando o *software* GraphPad Prism. 9.2.0, as diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$ (Próprio do autor).



Legenda: “****” $p < 0.0001$ indicates significant differences between groups. Statistical significance was determined by *one-way* ANOVA and Bonferroni *posthoc* test.

Frente a cepa de *Escherichia coli*, o produto associado ao antibiótico gentamicina obteve resultado significativo, no entanto, associado ao norfloxacino mostra tendência de modificação, porém sem significância estatística relevante, representados no gráfico 2. Ou seja, o EEst potencializou a ação de gentamicina e não influenciou na ação de norfloxacino.

Gráfico 2: Avaliação estatística através da análise de variância (*one-way* ANOVA) de *Escherichia coli* com norfloxacino e gentamicina, utilizando o *software* GraphPad Prism. 9.2.0, as diferenças foram consideradas significativas quando $p < 0,05$ (Próprio do autor).



Legenda: “****” $p < 0.0001$ indicates significant differences between groups. Statistical significance was determined by *one-way* ANOVA and Bonferroni *posthoc* test.

Gomes *et al.* (2020) evidenciaram que uma das frações do extrato dos frutos de *Schinus terebinthifolius* R. apresentou atividade inibitória contra MRSA (*Staphylococcus aureus* resistente à meticilina) e demonstrou uma redução significativa na dermonecrose causada por esse microrganismo e que, segundo os autores, esta inibição pode estar associada à presença de compostos da planta, como galotaninos e flavonoides do tipo quercitrina e miricitrina.

No estudo de Rocha *et al.* (2020), 15 fungos endófitos foram identificados nos frutos, casca do caule e raízes de *S. terebinthifolius*. Os fungos identificados foram capazes de produzir substâncias com ação antibacteriana e antioxidante, destacando-se compostos como os ácidos hidroxibenzoico e hidroxicinâmico e o álcool 1-dodecanol. Segundos os autores, metade dos fungos avaliados exibiu atividade bacteriostática contra as duas cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC e MRSA) avaliadas. Os compostos atuaram por múltiplos mecanismos, incluindo alteração da permeabilidade da membrana bacteriana, desnaturação de proteínas e interferência na síntese de ácidos nucleicos (Rocha *et al.*, 2020).

Além disso, a literatura indica que cepas Gram-positivas tendem a ser mais afetadas por compostos presentes em *Schinus terebinthifolius* R. devido à estrutura da parede celular menos complexa em comparação com Gram-negativas. Observações de El-Demerdash *et al.* (2024) sugerem que bactérias Gram-positivas podem ser mais vulneráveis à perturbação da membrana por compostos lipofílicos (como o óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* R.), favorecendo o efeito potencializador da aroeira-vermelha frente a Gram-positivas.

A atividade antibacteriana da planta pode variar conforme o órgão vegetal utilizado, o tipo de extração e a proporção de metabólitos bioativos (Barbosa, 2020); além disso, grande parte da literatura emprega o óleo essencial (mais volátil e perfil químico distinto do extrato etanólico), o que reforça a necessidade de investigar outras matrizes da espécie (Salinas *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2020).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados neste estudo permitem concluir que o extrato etanólico das folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi não apresenta ação antibacteriana frente às cepas

bacterianas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, mas apresenta efeito promissor como modificador da atividade do aminoglicosídeo gentamicina, visto que o extrato ocasionou uma potencialização quando em conjunto com este antibiótico. Dessa forma, torna-se essencial a realização de pesquisas mais aprofundadas nessa temática a fim de avaliar detalhadamente, evidenciar e testar as ações e a eficácia do extrato, e possibilitando assim, conforme resultados, que seja possível dispor de mais alternativas no controle do aumento progressivo da resistência bacteriana.

REFERÊNCIAS

ALAM, M. *et al.* Synergistic Role of Plant Extracts and Essential Oils against Multidrug Resistance and Gram-Negative Bacterial Strains Producing Extended-Spectrum β -Lactamases. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute: Antibiotics**, v. 11, p. 855. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/11/7/855>. Acesso em: 7 out. 2025.

ARAÚJO, M. D. **Padronização da técnica de microdiluição em caldo e avaliação da sensibilidade antimicrobiana a óleos essenciais para isolados brasileiros de *Brachyspira hyodysenteriae***. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) – Centro de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.

BARBOSA, P. F. **Extração de compostos bioativos e análise de potencial da atividade antioxidante de seriguela (*Spondias purpurea* L.) em diferentes estádios de maturação**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Educação, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2020.

CABRAL, L. A. S. *et al.* As propriedades farmacológicas e a utilização de *Schinus terebinthifolius* como fitoterápico. **Journal of Social Issues and Health Sciences**, v. 1, n. 4, p. 1-8. 2024. Disponível em: <https://ojs.thesiseditora.com.br/index.php/jsihs/article/view/22/17>. Acesso em: 7 set. 2025.

CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**: approved standard. 9. ed. Wayne: CLSI, 2012.

COSTA, I. M. D. **Estudo fitoquímico, atividade antibacteriana e fitotóxica de extratos de *Schinus terebinthifolius* Raddi**. 2021. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Centro de Educação, Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2021.

COUTINHO, H. D. M. *et al.* Enhancement of the antibiotic activity against a multiresistant *Escherichia coli* by *Mentha arvensis* L. and Chlorpromazine. **Chemotherapy**, v. 54, p. 328-330. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23165962_Enhancement_of_the_Antibiotic_Activity_against_a_Multiresistant_Escherichia_coli_by_Mentha_arvensis_L_and_Chlorpromazine. Acesso em: 11 out. 2025.

EL-DEMERDASH *et al.* Essential oils as capsule disruptors: enhancing antibiotic efficacy against multidrug-resistant *Klebsiella pneumoniae*. **Frontiers**, v. 15. Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2024.1467460/full>. Acesso em: 11 out. 2025.

GHANDOUR, A. M. A. *et al.* Evaluation of antimicrobial and synergistic effects of some medicinal plant extracts on antimicrobial resistant organisms. **Microbes and Infectious Diseases**, v. 2, n. 4, p. 807–818. 2021. Disponível em: https://mid.journals.ekb.eg/article_196153.html. Acesso em: 1 out. 2025.

GOMES, D. J. *et al.* Uso medicinal da *Schinus terebinthifolius*. **Revista de Agroecologia no Semiárido (RAS)**, v. 6, n. 4, p. 31-40. 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/ras/article/view/6767/pdf333>. Acesso em: 15 out. 2025.

GOMES, R. B. A., *et al.* Residues from the brazilian pepper tree (*Schinus terebinthifolia* Raddi) processing industry: chemical profile and antimicrobial activity of extracts against hospital bacteria. **Industrial Crops and Products**, 143, 111430, 2020.

GOUVEIA, M. I. M.; BERNALIER-DONADILLE, A.; JUBELIN, G. Enterobacteriaceae in the Human Gut: Dynamics and Ecological Roles in Health and Disease. **Multidisciplinary Digital Publishing Institute: Biology**, v. 13, p. 142. 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-7737/13/3/142>. Acesso em: 11 out. 2025.

KOWALSKI, L. *et al.* Atividade antimicrobiana de flavonoides: uma Revisão de Literatura. **Revista Interdisciplinar em Ciências da Saúde e Biológicas**, v. 4, n. 1, p. 51-65. 2020.

MACEDO, C. L. M. **Perfil químico e atividades antibacteriana, modificadora e toxicológica do óleo e extrato dos gomos *Citrus bergamia* (Risso & Poiteau)**. 2024. Monografia (Graduação em Biomedicina) – Centro de Educação, Centro Universitário Dr. Leão Sampaio, Juazeiro do Norte, 2024.

MATIAS, E. F. F. **Avaliação da atividade antibacteriana e moduladora da resistência bacteriana à aminoglicosídeos de extratos polares e apolares de *Croton campestris* A. (velame), *Ocimum gratissimum* L. (alfavaca) e *Cordia verbanacea* DC. (erva-baleeira)**. 2010. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular) – Centro de Educação, Universidade Regional do Cariri, Crato, 2010.

MAIA, M. C. R. *et al.* Propriedades terapêuticas da espécie *Schinus terebinthifolius* Raddi (aroeira-vermelha). **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 4. 2021. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/saude/article/view/6791/4549>. Acesso em: 7 set. 2025.

MORAIS, A. B. L. *et al.* Influência do tempo de infusão nas características físico-químicas e no conteúdo de compostos bioativos nutracêuticos de folha de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10. 2020.

NCCLS. **Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically**; approved standart – Sixth Edition. NCCLS document M7-A6 (ISBN 1-56238-486-4). NCCLS, 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne Pennsylvania 19087-1898 USA, 2003.

PEREIRA, D. P. *et al.* Potencial biotecnológico da aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi): Uma revisão narrativa. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 13, n. 1, p. 25-37. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/13282>. Acesso em: 7 out. 2025.

RAMOS, V. V. L. **A medicina egípcia e a utilização de plantas medicinais: uma revisão de literatura**. 2021. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Centro de Educação, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

REIS, H. S. *et al.* Plantas medicinais da caatinga: uma revisão integrativa dos saberes etnobotânicos no semiárido nordestino. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 27, n. 2, p. 874–900. 2023. Disponível em: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/9395>. Acesso em: 22 out. 2025.

ROCHA, P. S., *et al.* Diversity, chemical constituents and biological activities of endophytic fungi isolated from *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Microorganisms**, 8, 859, 2020.

SALINAS, G. S. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Schinus terebinthifolius* Raddi. In: 30º Encontro Anual de Iniciação Científica & 10º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior da UEM, 2021, Maringá – PR. **Anais do XXX Encontro Anual de Iniciação Científica & X Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior (EAIC & EAICJR)**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2021. p. 1-4.

SALVAT A. A. *et al.* Screening of some plants from northern Argentina for their antimicrobial activity. **Letters in Applied Microbiology**, v. 32, n. 5, 2001.

SANTOS, C. T. *et al.* Assessment and antimicrobial modulating activity of the extract of *Baccharis cinerea* DC. from cariri cearense. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 6, p. 2247–2254, 2020. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/42278/30437>. Acesso em: 5 out. 2025.

SANTOS, T. T. **Análise fitoquímica e avaliação das atividades antioxidante e antimicrobiana da *Schinus terebinthifolius*, (Aroeira-vermelha) considerando o aspecto sazonalidade**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Centro de Educação, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2023.

SILVA, M. M. *et al.* Avaliação antimicrobiana de extratos etanólicos de aroeira (*Schinus terebinthifolius*): Revisão. **PUBVET**, v. 16, p. 170. 2022. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/2344bbca76d96c8e5ed52afbf56841c6.pdf>. Acesso em: 7 set. 2025.

SILVA, M. M. C. *et al.* Antibiotic-potentiating activity of the *Schinus terebinthifolius* Raddi essential oil against MDR bacterial strains. **Plants**, v. 12, p. 1-10. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10144370/pdf/plants-12-01587.pdf>. Acesso em: 15 set. 2025.

SOUSA, A. C. J. *et al.* Potencial antimicrobiano de extratos vegetais frente a cepas bacterianas de interesse médico em Macapá, Amapá, Amazônia Brasileira. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 24, n. 3, p. 85-90. 2019. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/12/1026679/rdt_v24n3_85-90.pdf. Acesso em: 15 set. 2025.

SOUZA, L. M. V. *et al.* Prospecção tecnológica do extrato da *Schinus Terenbinthifolius* Raddi como agente anti-inflamatório. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20391–20400. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/9032/7693>. Acesso em: 7 set. 2025.

SPÉZIA, F. P. *et al.* Avaliação da atividade antibacteriana de plantas medicinais de uso popular: *Alternanthera brasiliana* (penicilina), *Plantago major* (tansagem), *Arctostaphylos uva-ursi* (uva-ursi) e *Phyllanthus niruri* (quebra-pedra). **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 11. 2020.

TRAMONTIN, D. P. **Extração de compostos bioativos de sementes de *Artocarpus heterophyllus*: experimentação e modelagem matemática.** 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

WALSH, T. R. *et al.* Antimicrobial Resistance: Addressing a Global Threat to Humanity. **PLOS Medicine**, p. 1-4. 2023. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1004264>. Acesso em: 4 out. 2025.

ANEXO A: NÚMERO DE HERBÁRIO



Herbário Caririense Dárdano de Andrade – Lima
Universidade Regional do Cariri - URCA

Número de Herbário

Remetente:	Nº40.2025
HERBÁRIO CARIRIENSE DÁRDANO DE ANDRADE-LIMA (HCDAL/URCA)	
Contato: Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva (herbario@urca.br)	
Universidade Regional do Cariri - URCA	
Departamento de Ciências Biológicas	
Rua: Cel. Antônio Luiz, 1161	
Campus Pimenta	
Crato – Ceará - Brasil	
CEP: 63.105-100	
Destinatário:	Data: 28/10/2025
Contato: Plínio Bezerra Palácio (Ayllane Kelly Galvão Freire)	
Centro Universitário Doutor Leão Sampaio - UNILEÃO	
Curso de Biomedicina	
E-mail: ayllanecontato2004@gmail.com	
Nº Amostras: 01	Tipo de Operação: Número de Herbário

	Nº HERBÁRIO	NOME POPULAR	FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	RESPONSÁVEL
01	17.181	Aroeira- vermelha	Anacardiaceae	<i>Schinus Raddi</i>	Arlene Pessoa

Dra. Maria Arlene Pessoa Silva
Curadora do HCDAL

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser sempre o meu refúgio nas horas mais solitárias e quando me sinto perdida. Foi Ele quem iluminou meu caminho quando tudo parecia confuso e quem me manteve de cabeça erguida quando minhas forças não eram suficientes para continuar.

Agradeço à minha família, que é minha base e meu porto seguro. Aos meus avós, que desde os meus 3 anos de idade foram quem lutaram por mim e por cada passo meu, vocês são minha eterna fortaleza. À minha irmã, Áylla, obrigada por estar sempre ali, mesmo nos momentos em que nada parecia capaz de oferecer amparo e não sabia para onde seguir sempre tive você para recorrer, você é essencial na minha vida. Aos meus primos Anna, Pedro e Hemerson que considero irmãos, obrigada por torcerem por mim em todas as decisões, por serem sinônimo de presença, força e alegria. Aos meus tios, que são como pais para mim, vocês são parte desta conquista.

Aos amigos que caminharam comigo ao longo dos quatro anos de graduação Melyssa, Mateus, Yasmin, Sara e Lívia, meu muito obrigada por todo companheirismo. Vocês tornaram os dias mais difíceis suportáveis, com nossas risadas e o jeito leve de viver a vida, mesmo diante das situações mais complicadas conseguíamos apoiar um ao outro e seguir trilhando nosso caminho. Eu torço genuinamente pelo sucesso de cada um de vocês, e saibam que vocês sempre poderão contar comigo.

Aos queridos amigos da minha cidade natal Marcus, Kauã e Iandra obrigada por comemorarem cada conquista minha como se fosse de vocês, e por sempre me manterem nos trilhos quando eu preciso. Vocês são muito especiais para mim e torço pela felicidade de todos.

Agradeço aos meus orientadores, Plínio e Priscilla. Obrigada por aceitarem caminhar comigo nessa jornada, por cada orientação paciente, por cada explicação detalhada e por toda palavra de conforto e carinho ao longo do caminho.

E, por fim, agradeço profundamente à minha banca avaliadora Amanda e Carol. Eu vejo vocês como mulheres fortes, batalhadoras, que admiro e que são exemplos a serem seguidos.

A todos vocês: meu muito obrigada. Nada disso teria sido possível sem cada contribuição que marcou minha jornada. Vocês fazem parte do meu sonho realizado.