

UNILEÃO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO LEÃO SAMPAIO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOMEDICINA

ANNALYVIA PASTOR SOUSA

**PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO  
ETANÓLICO DAS FOLHAS SECAS DE *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson**

Juazeiro do Norte – CE

2025

ANNALYVIA PASTOR SOUSA

**PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO  
ETANÓLICO DAS FOLHAS SECAS DE *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson**

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. Me José Walber Castro Gonçalves

Juazeiro do Norte – CE

2025

ANNALYVIA PASTOR SOUSA

**PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO  
ETANÓLICO DAS FOLHAS SECAS DE *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson**

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. Me José Walber Castro

**Data de aprovação:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof(a):** Me. José Walber Castro Gonçalves  
**Orientador**

---

**Prof(a):** Dra. Priscilla Ramos Freitas Alexandre  
**Examinador 1**

---

**Prof(a):** Esp. Fázia Fernandes Galvão Rodrigues  
**Examinador 2**

## PERFIL QUÍMICO E ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DO EXTRATO ETANÓLICO DAS FOLHAS SECAS DE *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson

Annalyvia Pastor Sousa<sup>1</sup>; José Walber Castro Gonçalves<sup>2</sup>.

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo caracterizar o perfil químico e avaliar as atividades biológicas do extrato obtido a partir das folhas secas da planta. As folhas secas foram obtidas na região urbana da cidade de Juazeiro do Norte-CE. A obtenção do extrato etanólico das folhas secas foi obtido por maceração a frio e posteriormente filtrada para remoção de interferentes. A análise química foi realizada por meio da prospecção fitoquímica, onde a interpretação dos resultados se dá pelo caráter visual das mudanças colorimétricas, podendo evidenciar compostos químicos responsáveis pelas atividades biológicas. A avaliação antimicrobiana do extrato foi feita a partir da microdiluição para determinação da CIM e capacidade modificadora, utilizando cepas de: *Staphylococcus aureus* ATCC 12624 e *Escherichia coli* ATCC 10536. O perfil químico apresentou metabólitos como fenóis, taninos, antocianidinas, saponinas, entre outros. Sua avaliação antimicrobiana direta apresentou resultados  $\geq 1024 \mu\text{g/mL}$  com todas as cepas testadas, enquanto a avaliação de atividade modificadora conseguiu diminuir a CIM dos antibióticos gentamicina e norfloxacino, exceto quando testada utilizando norfloxacino frente à cepa de *E. coli*. Podendo assim concluir a necessidade de novos estudos acerca da planta testada para que haja o desenvolvimento de novas alternativas de combate a resistência bacteriana.

**Palavras-chave:** Antimicrobiana. Atividade modificadora. Resistência. *Tarenaya longicarpa*.

### CHEMICAL PROFILE AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE ETHANOLIC EXTRACT FROM DRIED LEAVES OF *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson

Annalyvia Pastor Sousa<sup>1</sup>; José Walber Castro Gonçalves<sup>2</sup>.

### ABSTRACT

This study aims to characterize the chemical profile and evaluate the biological activities of the extract obtained from the dried leaves of the plant. The dried leaves were collected in the urban region of the city of Juazeiro do Norte-CE. The ethanolic extract from the dried leaves was obtained by cold maceration and subsequently filtered to remove interfering substances. The chemical analysis was performed through phytochemical screening, in which the interpretation of the results is based on the visual observation of colorimetric changes, which may reveal chemical compounds responsible for the biological activities. The antimicrobial evaluation of the extract was performed using the microdilution method to determine the MIC and its modulatory capacity, using the following strains: *Staphylococcus aureus* ATCC 12624 and *Escherichia coli* ATCC 10536. The chemical profile revealed metabolites such as phenols, tannins, anthocyanidins, saponins, among others. Its direct antimicrobial evaluation showed results  $\geq 1024 \mu\text{g/mL}$  for all tested strains, while the modulatory activity evaluation was able to reduce the MIC of the antibiotics gentamicin and norfloxacin, except when norfloxacin was tested against the *E. coli* strain. Therefore, it is possible to conclude that further studies on the tested plant are necessary to enable the development of new alternatives to combat bacterial resistance.

**Keywords:** Antimicrobial. Modulatory activity. *Tarenaya spinosa*. Resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

A fitoterapia é uma das maneiras mais antigas que o ser humano busca tratar doenças, mas ainda se observa que a medicina tradicional continua amplamente presente em diversas culturas, inclusive no Brasil (Castilhos; Barbato; Boing, 2023). Além disso, são acessíveis financeiramente e seus compostos químicos possuem propriedades farmacológicas já comprovadas cientificamente e, em muitos casos, apresentam menor toxicidade em comparação aos medicamentos sintéticos (Patrício *et al.*, 2022).

Dessa forma, o metabolismo vegetal é essencial para o desenvolvimento da planta, envolvendo metabólitos primários e secundários (Erb; Kliebenstein, 2020). Estes últimos, como compostos fenólicos, flavonoides, cumarinas e taninos, exercem funções ecológicas importantes, atuando na defesa contra patógenos, atração de polinizadores e dispersores de sementes, além de auxiliar na adaptação a estresses ambientais, como radiação e metais pesados (Pant; Pandey; Dall'acqua, 2021).

Desse modo, os integrantes da ordem Brassicales, as espécies da família *Cleomaceae* estão distribuídas principalmente em regiões tropicais do globo, como o Brasil, por exemplo (Nguyen, 2023). A família é composta por 27 gêneros e aproximadamente 270 espécies, cujos representantes apresentam formações vegetais variadas, como arbustos que se apresentam anuais ou perenes, e são utilizadas comumente para a preparação de chás e infusões no tratamento de enfermidades (Magalhães *et al.*, 2023).

O gênero *Tarenaya* é composto por aproximadamente 37 espécies, das quais 22 podem ser encontradas principalmente no nordeste brasileiro, possuindo uma taxonomia mais complexa pois têm um caráter de alta polimorfia (Vieira; Martins; Oliveira, 2022). Entretanto, as espécies estão amplamente distribuídas por diferentes continentes do mundo, com exceção de *Tarenaya afrospina*, restrita apenas ao continente africano (Magalhães; Lins; Randau, 2024).

Logo, a espécie *Tarenaya longicarpa* é perene de ocorrência comum em ambientes úmidos, como margens de reservatórios de água (Khorasani *et al.*, 2024). Popularmente conhecida como mussambê ou sete-marias, suas folhas e raízes são tradicionalmente utilizadas na preparação de chás, infusões e lambedouros para o tratamento de enfermidades respiratórias causadas por agentes infecciosos, mas também é cultivada com fins ornamentais. Pode ser encontrada na América tropical, e é especialmente localizada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil (Santos *et al.*, 2019).

Portanto, esta espécie possui diversas atividades biológicas, como antiparasitária, antioxidante e antimicrobiana devido à sua composição química. Isto ocorre devido às estruturas químicas que compõem o metabolismo secundário da planta e atuam na defesa vegetal contra agentes que possam causar danos ao vegetal (Almeida *et al.*, 2019).

Assim, um dos maiores problemas atuais na saúde pública é a crescente resistência bacteriana aos antibióticos disponíveis, dificultando o tratamento de infecções por estes microrganismos. (Lopes; Matos; Hott, 2025) Sendo assim, uma das alternativas de combate a esta problemática é explorando produtos naturais com potencial antibacteriano para assim diminuir o número de infecções graves por bactérias resistentes (Silva; Nogueira, 2021).

Sabendo disso, a bactéria *Staphylococcus aureus* é uma célula bacteriana Gram positiva em forma de cachos, constantemente associada à infecções pulmonares, como por exemplo a pneumonia clássica e necrosante. (Minh *et al.*, 2024). Desta forma, o desenvolvimento de mecanismos de resistência desta bactéria como produção de enzimas, bombas de efluxo e alteração do sítio de ligação do medicamento dificulta o tratamento de diversos pacientes, principalmente em ambientes hospitalares, necessitando uma nova alternativa de prevenção à esta problemática (Aquino; Silva, 2022).

Outra bactéria de importância clínica no âmbito de doenças pulmonares é a espécie *Escherichia coli*, que pode infectar pacientes imunossuprimidos em ambientes hospitalares por meio de aspiração ou disseminação sanguínea a partir de foco urinário ou intestinal (Gao *et al.*, 2025). Algumas cepas desta espécie possuem resistência á antibióticos, prejudicando principalmente pacientes internados em UTI's (John *et al.*, 2021)

Diante do exposto, este trabalho justifica-se pela necessidade de aprofundamento em estudos acerca da espécie *Tarenaya longicarpa*, que de acordo com a literatura apresenta atividade antibacteriana contra algumas cepas resistentes. Sendo assim, uma alternativa de combate à resistência bacteriana pode estar na investigação de seus extratos, que podem contribuir para o desenvolvimento de novas terapias e potencializar a ação de antibióticos já existentes.

Este trabalho possui como objetivo analisar o perfil químico da espécie *Tarenaya longicarpa*, bem como avaliar sua atividade antibacteriana e suas atividades modificadoras junto à antibióticos, buscando compreender como a presença de metabólitos secundários pode influenciar ou potencializar a ação de medicamentos antimicrobianos.

## **2 DESENVOLVIMENTO**

## 2.1 METODOLOGIA

### 2.1.2 Tipo e local de estudo

Esta pesquisa trata-se de um estudo experimental, que inclui uma pré-tese para testar uma hipótese (Gil, 2010). Os resultados obtidos neste artigo serão de suma importância e contribuição para o aprimoramento e desenvolvimento de novas técnicas científicas na descoberta do novo. Os experimentos foram realizados no laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais (LPPN) da Universidade Regional do Cariri-URCA, Campus Pimenta, Crato-CE e no laboratório de Microbiologia do Centro Universitário Doutor Leão Sampaio-UNILEÃO, Campus Saúde, Juazeiro do Norte-CE.

### 2.1.3 Coleta e identificação do material

As folhas da planta *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson. foram coletadas na Rua Dr. Mauro Sampaio, 1621- Lagoa Seca, com as coordenadas -7.243067391945743, -39.3171633576727, localizada na região urbana de Juazeiro do Norte. Assim, foram levadas para o município de Crato-CE para a realização do estudo. Uma exsicata do material botânico foi depositada no herbário Dárdaro de Andrade Lima da Universidade Regional do Cariri (URCA), cujo número de registro de tombamento se deu por 17.182.

### 2.1.4 Seleção do extrato etanólico

As folhas secas da planta *Tarenaya longicarpa* Soares Neto & Roalson. foram selecionadas e secas a temperatura ambiente e em seguida trituradas para aumentar a superfície de contato, submersas em Éter P.A para extração a frio por um período de 72 horas, de acordo com Simões *et al.* (2010). A mistura foi submetida a filtração com a finalidade de remover as possíveis impurezas contidas no material, e a destilação do solvente ocorreu em evaporador rotativo sob pressão reduzida a temperatura controlada entre 30-40 °C.

#### 2.1.4.1 Prospecção fitoquímica

A prospecção fitoquímica foi realizada de acordo com a metodologia de Matos (2009) e Simoes *et al.* (2010) com um princípio elucidativo das classes de metabólitos secundários como flavonóides, alcalóides, taninos, dentre outros, baseando-se em uma observação de caráter visual, com foco e interpretação na intensificação da cor ou formação de precipitado após adição de reagentes específicos nas soluções das amostras.

### **2.1.5 Avaliação da atividade antibacteriana e concentração inibitória mínima**

A atividade antibacteriana foi avaliada através do método de microdiluição com base no CLSI (2012). Foram utilizadas bactérias padrões e cepas resistentes, sendo as Gram positivas: *Staphylococcus aureus* ATCC 12624 e *Staphylococcus aureus* 10 e as Gram negativas: *Escherichia coli* ATCC 10536 e *Escherichia coli* 06. Todas as linhagens foram concedidas pelo Laboratório de Pesquisa de Produtos Naturais – LPPN da Universidade Regional do Cariri – URCA. As linhagens foram ativadas em meio *Brain Heart Infusion Broth* (BHI, 10%) e mantidas na estufa por 24 horas. Após o primeiro cultivo o inóculo foi padronizado a partir da concentração de aproximadamente de  $1 \times 10^8$  UFC/mL (turbidez da escala de McFarland). Em seguida, esta suspensão foi diluída em caldo BHI a 10 % e volumes de 100  $\mu$ L foram adicionados e homogeneizados nos poços de uma placa de microdiluição acrescido da concentração de 1024  $\mu$ g/ mL do produto vegetal. As placas foram incubadas a 37°C por 24 horas. Os experimentos foram realizados em triplicata.

A atividade antibacteriana foi avaliada através do método colorimétrico utilizando 25  $\mu$ L de resazurina sódica (0,01%) após o período de incubação. A concentração inibitória mínima (CIM) é determinada como a menor concentração do extrato capaz de inibir o crescimento bacteriano (Salvat, 2001).

### **2.1.6 Avaliação da atividade modificadora**

O teste de atividade modificadora foi realizado na presença e na ausência extrato etanólico através de microdiluição em triplicata. Para avaliar a atividade moduladora foi utilizado o método da CIM, do extrato etanólico frente a um antibiótico da classe dos aminoglicosídeos (gentamicina) e um da classe das fluoroquinolonas (norfloxacino).

A quantidade do extrato etanólico foi calculada pela concentração sub inibitória (CIM/8), o qual o resultado foi adicionado junto ao inóculo bacteriano em BHI a 10% em eppendorff, sendo distribuídos 100  $\mu$ L deste conteúdo nos poços da microplaca de 96 poços. Em seguida foram distribuídos na microplaca seguido da microdiluição de 100  $\mu$ L das soluções de antimicrobianos (1024  $\mu$ g/ mL), para que houvesse seguidas microdiluições até o penúltimo poço, excluindo apenas o último poço, sendo ele o controle positivo do teste (Coutinho *et al.*, 2008).

### **2.1.7 Análises estatísticas**

Os testes microbiológicos foram analisados pelo ANOVA bidirecional seguida pelo teste de Bonferroni utilizando *software GraphPad Prism 7.0*. Os resultados em  $p < 0.05$  foram considerados estatisticamente significativos.

## 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.2.1 Prospecção fitoquímica

A prospecção fitoquímica do Extrato Etanólico das folhas secas de *Tarenaya longicarpa* (EETL) evidenciou a presença de metabólitos como fenóis, taninos condensados, antocianidinas, flavonas, flavonóis, catequinas, leucoantocianidinas e saponinas.

**Tabela 1.** Resultado da prospecção fitoquímica do Extrato Etanólico das folhas de *Tarenaya longicarpa*.

CLASSE DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
EETL	+	+	+	+	+	+	+	-	+

**Fonte:** Próprio autor. 1: Fenóis, 2: Taninos condensados, 3: Antocianidinas, 4: Flavonas, 5: Flavonóis, 6: Catequinas, 7: Leucoantocianidinas, 8: Alcalóides, 9: Saponinas. (+) **presente**; (-) **ausente**.

Nas plantas, os fenóis fazem parte do grupo dos polifenóis, os quais possuem como característica estrutural, a presença de anéis polifenólicos e dependendo da quantidade de anéis e de outras estruturas que os compõem, eles se diferenciam entre flavonoides, taninos, estilbenos e lignanas (Lôbo; Silva; Menezes, 2020).

Assim, os taninos são ésteres de galoíla e proantocianidinas oligoméricas e poliméricas, podendo ser encontrados em caules, raízes, cascas, sementes, brotos e folhas de plantas (Das *et al.*, 2020). Podem ser classificados como hidrolisáveis ou condensados, no qual os hidrolisáveis são polímeros de flavonoides e não sofrem hidrólise ácida ou enzimática facilmente. Enquanto, os condensados são ésteres de ácidos fenólicos e são facilmente hidrolisados por enzimas e ácidos, liberando seus componentes (Farha *et al.*, 2020).

Outros metabólitos presentes são os flavonoides, estes compostos podem ser encontrados principalmente em sua forma glicosídica, ou seja, moléculas de açúcar estão ligadas à sua estrutura, formada por quinze átomos de carbono e arranjados em dois anéis fenólicos. De acordo com a estrutura do anel podem ser classificados em flavonas, flavonóis, flavononas, catequinas, antocianidinas e por fim as isoflavononas (Jesus; Peraza; Catari, 2021). Estrutura essa que lhe confere interação com estruturas de células bacterianas, podendo inibir seu crescimento (Moraes *et al.*, 2022).

Fazendo parte dos flavonoides primários, as leucoantocianidinas, são moléculas intermediárias obtidas a partir biossíntese das antocianidinas. Possuem uma ligação de hidroxila em um de seus anéis aromáticos, o que lhe garante atividade antibacteriana, pois ela interage com proteínas celulares, prejudicando suas atividades enzimáticas (Antônio; Santana; Martins, 2023).

Outro composto metabólito são as saponinas, heterosídeos constituídos por açúcares, sendo os mais comuns: glicose, arabinose, ramnose, galactose e xilose. Esta substância possui a capacidade de formar espuma, sendo uma característica importante para o desenvolvimento de suas atividades biológicas, como a lise de membranas celulares de microrganismos (Sánchez *et al.*, 2022).

Temoteo *et al* (2025) traz em sua revisão integrativa os principais metabólitos secundários encontrados na espécie *Tarenaya longicarpa* por meio de fontes secundárias. Neste estudo foi possível analisar a presença de flavonoides, taninos, leucoantocianidinas e saponinas, como evidenciado neste trabalho.

Um estudo realizado por Silva e Lúcia (2025), utilizou o método de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) para traçar o perfil químico da planta *Tarenaya longicarpa* no município de Caruaru – CE, onde este trabalho apresentou compostos como cumarinas (pertencente ao grupo dos compostos fenólicos) e saponinas (pertencente ao grupo dos terpenos) em extrato etanólico, assim como o atual estudo.

Estes compostos fenólicos possuem para a planta, função de auxiliar em seu crescimento, reprodução e sobrevivência, já que estes compostos possuem papel antimicrobiano. Já os terpenos, proporcionam aroma, estão ligados com a comunicação com outros vegetais e até animais, além da proteção contra ação de alguns insetos (Sánchez, 2022).

Desta forma, Yi *et al* (2024) em seu estudo utilizando narigenina, um flavonóide encontrado em plantas medicinais, observou que a atividade deste composto destrói a parede celular e a membrana plasmática da bactéria *E. coli*, facilitando a entrada e ação dos antibióticos, mostrando que os compostos presentes no perfil químico dos vegetais podem potencializar a atividade de medicamentos antimicrobianos.

### **2.2.2 Avaliação da atividade antibacteriana e concentração inibitória mínima**

A avaliação da concentração inibitória mínima do Extrato etanólico de *Tarenaya longicarpa* frente às cepas Gram positivas e Gram negativas testadas, obtiveram resultados não significativos, sendo estes  $\geq 1024 \mu\text{g/mL}$ , como mostrados na tabela a seguir:

**Quadro 1.** Concentração inibitória mínima do EETL frente às cepas Gram positivas de *Staphylococcus aureus* ATCC, *Staphylococcus aureus* 10 e Gram negativas *Escherichia coli* ATCC e *Escherichia coli* 06.

BACTÉRIAS	CIM (µg/mL)
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC	≥ 1024 µg/mL
<i>Escherichia coli</i> ATCC	≥ 1024 µg/mL
<i>Staphylococcus aureus</i> 10	≥ 1024 µg/mL
<i>Escherichia coli</i> 06	≥ 1024 µg/mL

Fonte: Própria do autor

Pôde-se observar que o EETL não obteve potencial de inibir o crescimento bacteriano das cepas Gram positivas de *Staphylococcus aureus* ATCC e *Staphylococcus aureus* 10, assim como também não inibiu crescimento das cepas Gram negativas de *Escherichia coli* ATCC e *Escherichia coli* 06. Assim, não obtendo atividade antibacteriana considerável quando utilizado de maneira direta frente às cepas padrões e multirresistentes.

Este resultado pode ser justificado pela concentração de ativos no extrato etanólico de *Tarenaya longicarpa*. Embora estes ativos existam e tenham sido identificados, a concentração utilizada pode não ser suficiente para possuir efeito antibacteriano relevante, sendo necessária a utilização de altas concentrações do extrato, o que pode apresentar muitas vezes efeitos tóxicos (Santos, 2022).

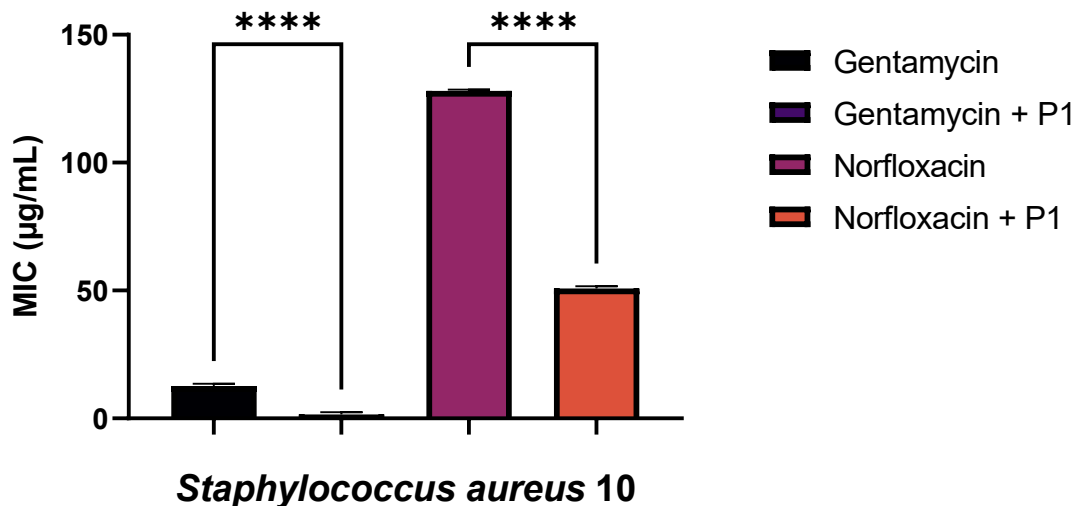
Duarte *et al* (2023), realizou um estudo utilizando o caule e raízes da planta *Tarenaya aculeata*, esta sendo do mesmo gênero do vegetal analisado no presente estudo. Em sua análise utilizando a metodologia de microdiluição em placa de 96 poços com os extratos aquoso e metanólico da planta, pôde-se afirmar que apesar da presença de metabólitos secundários que possuem atividade antimicrobiana, quando utilizado de maneira isolada frente às bactérias, não possuem efeito bactericida. Porém, podendo ainda possuir atividade modificadora junto à antibióticos.

Além disso, Dos Santos (2019) também utilizando a microdiluição em placa de 96 poços, testou o extrato aquoso e etanólico de *Tarenaya longicarpa* frente às bactérias *S. aureus*, *E. coli* e *Pseudomonas aeruginosa*, onde obteve uma CIM de 1024 µg/mL para todas as cepas testadas com os dois produtos, corroborando com o presente estudo.

Moghaddam *et al* (2021) utilizou extratos de acetato de etila, metanol e diclorometano de *Cleome coluteoides*, integrante da família Cleomaceae, onde testou suas atividades antibacterianas com a metodologia de disco difusão contra as bactérias *Bacillus cereus*, *S. aureus* e *E. coli*. A leitura de seus resultados não apresentou formação de halos com os produtos testados, mostrando assim que estes também não possuem capacidade de inibir o crescimento bacteriano de maneira direta.

### 2.2.3 Avaliação da atividade modificadora

**Gráfico 1:** Avaliação da atividade modificadora do EETS junto aos antibióticos gentamicina e norfloxacino, frente à cepa multirresistente de *Staphylococcus aureus* 10.



**Fonte:** Próprio autor. ANOVA bidirecional seguida pelo pós-teste de Bonferroni, usando o *software GraphPad Prism 7.0*. \*\*\*\*p < 0,0001.

Observa-se no gráfico acima que a bactéria *Staphylococcus aureus* 10 apresentou certa sensibilidade a gentamicina, mas que mesmo assim, ao ser colocada junto ao extrato e antimicrobiano em conjunto, apresentou diminuição significativa de sua CIM. Enquanto isso, mostrou-se mais resistente ao norfloxacino, porém com diminuição significativa da CIM quando utilizado o produto. Ou seja, o EETS apresentou atividade modificadora com gentamicina e norfloxacino frente a cepa de *S. aureus* 10.

A gentamicina é um antibiótico da classe dos aminoglicosídeos, o qual exerce função bactericida. A molécula do medicamento entra na célula bacteriana a partir do transporte ativo dependente de oxigênio e se liga na porção 30S do ribossomo bacteriano, provocando uma leitura incorreta do RNAm, havendo adição de aminoácidos incorretos e gerando proteínas defeituosas (Kim *et al.*, 2024).

Enquanto o norfloxacino faz parte das fluoroquinolonas, possuindo um átomo de flúor em sua estrutura, necessária para interação com estruturas celulares. Voltado principalmente para as bactérias Gram negativas, este medicamento adentra a suas células e inibe as enzimas DNA-girase e topoisomerase IV, essenciais para a replicação genética dos microrganismos e assim impedindo a sua proliferação (Song *et al.*, 2023).

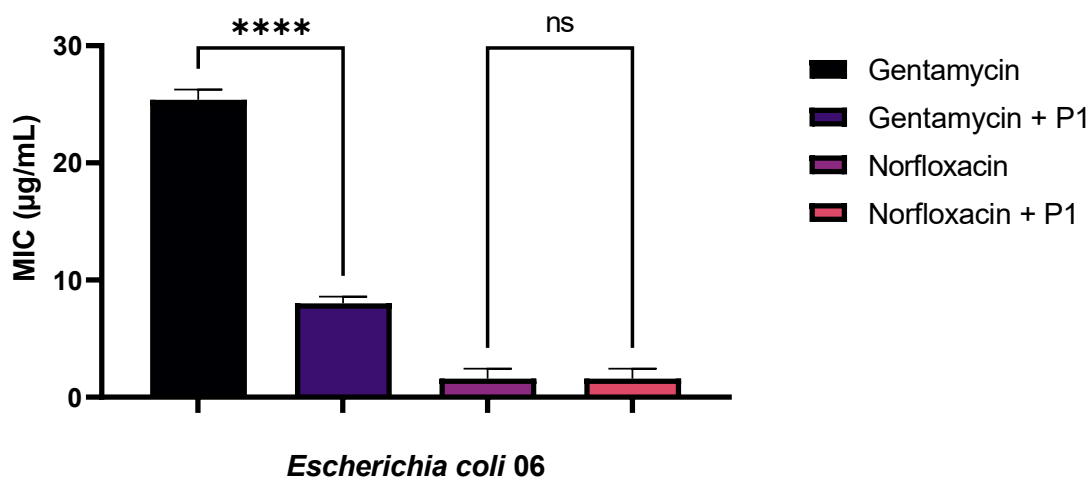
O medicamento gentamicina possui amplo espectro de ação, podendo ser utilizada para combater bactérias Gram positivas e Gram negativas. Apesar da cepa *S. aureus* 10 não ter apresentado alta resistência contra este antibiótico, quando foi utilizado em conjunto ao produto obteve-se uma diminuição significativa do crescimento microbiano (Krawczyk *et al.*, 2024).

Logo, esta cepa apresentou resistência ao norfloxacino, podendo ser justificada pela capacidade desta bactéria possuir mecanismos de resistência contra antimicrobianos da classe das fluoroquinolonas, já que possui mutações em genes que codificam a topoisomerase (*gyrA*, *gyrB*, *parC/parE*), reduzindo a ligação destes medicamentos (Tanaka *et al.*, 2000).

Alguns fatores corroboram para que haja uma atividade modificadora entre o EETS e os antibióticos utilizados. Sendo um deles a interação entre a camada lipídica da membrana celular bacteriana e a natureza hidrofóbica dos compostos presentes no extrato, assim aumentando a permeabilidade desta membrana celular e facilitando a entrada de antibióticos (Zhang *et al.*, 2023).

Além disso, os extratos obtidos a partir desta espécie conseguem diminuir significativamente a quantidade de proteínas solúveis na região interna da célula, importante para a regulação osmótica. Com a perda dessas proteínas, a célula perde sua estabilidade osmótica e fica mais vulnerável a danos extracelulares, como por exemplo a ação de antibióticos (Vázquez; Arellanes, 2019).

**Gráfico 2:** Avaliação da atividade modificadora de EETS junto aos antibióticos gentamicina e norfloxacino, frente à cepa multirresistente de *Escherichia coli* 06.



**Fonte:** Próprio autor. ANOVA bidirecional seguida pelo pós-teste de Bonferroni, usando o *software GraphPad Prism* 7.0. \*\*\*\* $p < 0,0001$ .

Na análise do gráfico 2, nota-se que a bactéria *Escherichia coli* 06 apresenta resistência à gentamicina quando utilizada de maneira direta, mas com diminuição da concentração inibitória mínima evidente ao ser utilizado o extrato de mussambê. Contrariamente, esta mesma cepa mostrou-se sensível ao norfloxacino, não havendo diminuição significativa da CIM com a utilização do EETS.

A bactéria *E. coli* se apresenta resistente à gentamicina, pois cepas desta espécie possuem mecanismos de resistência em que há a produção de enzimas que adenilam ou fosforilam moléculas de medicamentos da classe dos aminoglicosídeos, inativando sua ação dentro da célula bacteriana, tornando esta cepa resistente ao medicamento (Costello *et al.*, 2019).

A diminuição da CIM avaliada quando houve o uso do produto junto ao antibiótico justifica-se pela desestabilização da membrana plasmática das bactérias, gerada pela ação de produtos naturais, devido a sua composição química. Desta forma, o antibiótico consegue adentrar mais facilmente dentro da célula bacteriana, inibindo seu crescimento (Farrag *et al.*, 2019).

Ao mesmo tempo, pode-se analisar a não alteração da CIM quando comparada a ação entre o norfloxacino utilizado de maneira isolada e sua junção ao EETS. Este resultado pode ser justificado pela sensibilidade que a bactéria já apresentou ao medicamento sozinho, havendo atuação plena do fármaco (Cardoso *et al.*, 2025).

Ademais, os compostos presentes no extrato podem não interagir com alvos ou vias metabólicas capazes de influenciar a ação das fluoroquinolonas e assim diminuir ainda mais sua CIM, não havendo atividade modificadora entre extrato e antibiótico. Assim como observado em uma análise realizada no estudo de Campina (2022), onde pôde-se observar a não alteração de CIM entre seu produto testado e o antibiótico norfloxacino frente à cepa de *E. coli* 06.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista os eventos e realizações metodológicas e recursos utilizados no presente trabalho, foi possível identificar que o extrato etanólico das folhas de *Tarenaya longicarpa* (Jacq.) Raf. evidenciou atividade modificadora frente às cepas bacterianas estudadas e o perfil químico foi condizente com a atividade modificadora, justificando a atividade antimicrobiana. Porém apesar dos resultados promissores, é necessária a realização de novas pesquisas

utilizando este vegetal, para que assim haja o desenvolvimento de novas alternativas de combate à resistência bacteriana atual.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, W. *et al.* Evaluation of antiparasitary, cytotoxic and antioxidant activity and chemical analysis of *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. (Cleomaceae). v. 124, n. 81, 2019.
- ANTÔNIO, S.; SANTANA; MARTINS, J. B. L. Comparative analysis of the reactivity of anthocyanidins, leucoanthocyanidins, and flavonols using a quantum chemistry approach. **Journal of molecular modeling**, v. 29, n. 4, 2023.
- AQUINO, M. DE S.; SILVA, C. M. DA. *Staphylococcus Aureus* e sua importância no âmbito das infecções hospitalares: revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, 2022.
- CAMPINA, **Análise fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante, antibacteriana e capacidade modificadora da ação de antibióticos de uso clínico dos extratos de *Croton heliotropiifolius* Kunth E *Croton blanchetianus* Baill.** 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências das Saúdes e Biológicas) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2022.
- CARDOSO, A. M. *et al.* Antimicrobial Susceptibility of *Escherichia coli* Isolates Causing Community-Acquired Urinary Tract Infections: Comparison of Methods. **Microorganisms**, v. 13, n. 2, 2025.
- CASTILHOS, P. F.; BARBATO, P. R.; BOING, A. C. Prevalência e fatores associados à utilização de plantas medicinais e fitoterapia no Brasil. **Revista Fitos**, v. 17, n. 3, 2023.
- CLSI – Clinical and Laboratory Standards Institute. *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: approved standard*. 9. ed. Wayne: CLSI, 2012.
- COSTELLO, S. E. *et al.* Aminoglycoside-modifying enzyme and 16S ribosomal RNA methyltransferase genes among a global collection of Gram-negative isolates. **Journal of Global Antimicrobial Resistance**, v. 16, n. 18, 2019.
- 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, n. 4, 2008.
- DAS, A. K. *et al.* Review on tannins: Extraction processes, applications and possibilities. **South African Journal of Botany**, v. 135, n. 5, 2020.
- DUARTE, B. F. *et al.* Biological potentialities and chemical composition of *Tarenaya aculeata* roots and stems. **Revista Colombiana de Química**, v. 51, n. 3, 2023.
- ERB, M.; KLIEBENSTEIN, D. J. Plant Secondary Metabolites as Defenses, Regulators, and Primary Metabolites: The Blurred Functional Trichotomy. **Plant Physiology**, v. 184, n. 1, 2020.

FARHA, A. K. *et al.* Tannins as an alternative to antibiotics. **Food Bioscience**, v. 38, n. 97, 2020.

FARRAG, H. A. *et al.* Natural outer membrane permeabilizers boost antibiotic action against irradiated resistant bacteria. **Journal of Biomedical Science**, v. 26, n. 1, 2019.

GAO, H. *et al.* Whole genome comparisons reveal gut-to-lung translocation of *Escherichia coli* and *Burkholderia cenocepacia* in two cases of ventilator-associated pneumonia in ICU patients. **Respiratory Research**, v. 26, n. 1, 2025.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

JESÚS, F.; PERAZA, M.; CATARI, I.; Flavonoides: micronutrientes con amplia actividad biológica. **Revista de la Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia**, v. 44, n.11, 2021.

JOHN, T. M. *et al.* Epidemiology and Outcomes of Community-Acquired *Escherichia coli* Pneumonia. **Open Forum Infectious Diseases**, v. 9, n. 1, 2021.

KIM, E.-Y. *et al.* Comparative Pharmacokinetics of Gentamicin C1, C1a and C2 in Healthy and Infected Piglets. **Antibiotics**, v. 13, n. 4, 2024.

KRAWCZYK, S. J. *et al.* Mechanistic Insights into Clinically Relevant Ribosome-Targeting Antibiotics. **Biomolecules**, v. 14, n. 10, 2024.

KHORASANI, M. *et al.* *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. (Cleomaceae): a new addition to the naturalized alien flora of Iran. **BioInvasions Records**, v. 13, n. 4, 2024.

LÔBO, G. B. DOS S.; SILVA, A. V. DA; MENEZES, G. B. L. Polifenóis dietéticos e função endotelial em adultos sem diagnóstico de doenças: uma revisão sistemática de ensaios randomizados. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, 2020.

LOPES, I.; MATOS, T.; HOTT, S. C. Antibióticos e Resistência Bacteriana: Desafios Contemporâneos e Implicações em Saúde Pública. **Revista Multidisciplinar Integrada - REMI**, v. 6, n. 1, 2025.

MAGALHÃES, S. *et al.* A Review of the Ethnobotany, Phytochemistry, and Pharmacology of the Family Cleomaceae of Brazilian Origin. **Journal of Herbal Medicine**, v. 42, n. 10, 2023.

MAGALHÃES, S.; LINS, C.; RANDAU, K. P. Comparative anatomy, histochemistry and phytochemistry of three species of the genus *Tarenaya* Raf. **Microscopy Research and Technique**, v. 87, n. 5, 2024.

MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental**, 3<sup>a</sup>. ed. Fortaleza: UFC, 2009.

MINH, T. *et al.* *Staphylococcus aureus* Pneumonia in Can Tho, Vietnam: Clinical Characteristics, Antimicrobial Resistance Profile and Risk Factors of Mortality. **Pulmonary Therapy**, v. 10, n. 6, 2024.

- MOGHADDAM, P. *et al.* Antibacterial, Antifungal, and Antioxidant Activity of *Cleome coluteoides*: An *In Vitro* Comparative Study Between Leaves, Stems, and Flowers. **Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 18, n. 1, 2021.
- MORAES, G. V. *et al.* Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, 2022.
- NGUYEN, T. Review on Bioactive Compounds and Pharmacological Properties of *Cleome rutidosperma* DC. **Journal of tropical life science**, v. 13, n. 3, 2023.
- PANT, P.; PANDEY, S.; DALL'ACQUA, S. The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review. **Chemistry & Biodiversity**, v. 18, n. 11, 2021.
- PATRÍCIO, K. P. *et al.* O uso de plantas medicinais na atenção primária à saúde: revisão integrativa. **Ciencia & saude coletiva**, v. 27, n. 2, 2022.
- SÁ- FILHO, G. F. DE *et al.* Plantas medicinais utilizadas na caatinga brasileira e o potencial terapêutico dos metabólitos secundários: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, 2021.
- SÁNCHEZ, C. L. *et al.* Las saponinas y su uso farmacéutico. **Research gate.net**, v. 37, n. 96, 2022.
- SÁNCHEZ, L. H. Los superpoderes de las plantas: los metabolitos secundarios en su adaptación y defensa. **Revista Digital Universitaria**, v. 23, n. 2, 2022.
- SALVAT A.A *et al.* Screenng of some plants from northern Argentina for their antimicrobial activy. **Letters in Applied Microbiology**, v. 32, n. 5, 2001.
- SANTOS, F. S. M. *et al.* Polyphenolic composition, antibacterial, modulator and neuroprotective activity of *Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf. (Cleomaceae). **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 9, n. 1, 2019.
- SANTOS, P. C. M. **Propriedades antioxidante, antimicrobiana e toxicidade do extrato da casca do alho (*Allium sativum* L.)**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- SILVA, L. O. P.; NOGUEIRA, J. M. DA R. Resistência bacteriana: potencial de plantas medicinais como alternativa para antimicrobianos. **Rev. bras. anal. clin.**, n. 2021, v.13, 2021.
- SILVA; LUCIA, E. Avaliação preliminar da atividade antimicrobiana, prospecção fitoquímica e doseamento dos compostos bioativos de *tarenaya spinosa* (jacq.) Raf. **Revista Interfaces Saúde Humanas e Tecnologia**, v. 13, n. 1, 2025.
- SIMÕES, C. M. O. *et al.* Farmacognosia da planta ao medicamento, **6ª ed. Florianópolis. Editora da UFSC**, 2010.
- TANAKA, M. *et al.* Mechanism of quinolone resistance in *Staphylococcus aureus*. **Journal of Infection and Chemotherapy**, v. 6, n. 3, 2000.

TEMOTEO, L. *et al.* *Tarenaya longicarpa* (Soares Neto & Roalson): Integrative Review on Pharmacological Activities and Use in Traditional Medicine. **SVOA Microbiology**, v. 6, n. 1, 2025.

VÁZQUEZ, M. D. C.; ARELLANES, M. A. Phytochemical investigation, anti-inflammatory and antinociceptive activities from some species of Cleomaceae family: A systematic review. **Advancement in Medicinal Plant Research**, v. 7, n. 4, 2019.

VIEIRA, M. R.; MARTINS, J. DE L.; OLIVEIRA, A. C. Determinação de compostos bioativos nas plantas amazônicas coramina (*Pedilanthus tithymaloides* (L.) Poit.) e Mussambê (*Tarenaya spinosa* (Jacq.) Raf.). **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 3 n. 3, 2022.

YI, L. *et al.* In Vitro Antimicrobial Synergistic Activity and the Mechanism of the Combination of Naringenin and Amikacin Against Antibiotic-Resistant *Escherichia coli*. **Microorganisms**, v. 12, n. 9, 2024.

ZHANG, X. *et al.* Physiological mechanism beneath the inhibition of *Cleome spinosa* against the morphology and reproduction of *Fusarium oxysporum*. **Heliyon**, v. 9, n. 12, 2023.