

MULTIRRESISTÊNCIA NO CONTEXTO ONE HEALTH: ALTERNATIVAS ANTIMICROBIANAS PARA BACTÉRIAS DE ORIGEM HUMANA E ANIMAL

CAMILA DOS SANTOS CARDOZO¹; MARISA CASTRO JARA²; LUCAS SCHAEFER BATISTA³; RAFAEL GUERRA LUND⁴; ÂNGELA DINIZ CAMPOS⁵; PATRÍCIA DA SILVA NASCENTE⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – camilasc_pel@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – jaramarisa@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – lbatistasul@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – rafael.lund@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – angela.campos@embrapa.br

⁶Universidade Federal de Pelotas – pattsn@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A resistência antimicrobiana (RAM) é reconhecida como uma das principais ameaças à saúde pública global, sendo estimado que até 2050 possa causar 10 milhões de mortes anuais em todo o mundo (O’NEILL, 2016; NERY et al., 2023; ALMEIDA et al., 2023). Esse fenômeno está diretamente relacionado ao uso indiscriminado de antibióticos que afeta diretamente a saúde humana, animal e ambiental, exercendo forte pressão seletiva sobre os microrganismos presentes nos três ambientes e favorecendo a disseminação de genes de resistência (VELAZQUEZ-MEZA et al., 2022; COLLIGNON et al., 2018).

Perante este cenário, surge o conceito de Saúde Única (One Health), que reconhece a interdependência entre a saúde humana, animal e ambiental e destaca a necessidade de estratégias integradas para enfrentar a RAM (MCEWEN; COLLIGNON, 2018; WORLD, 2021). Nesse contexto, alguns microrganismos assumem papel central, como *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*, que se apresentam tanto como parte da microbiota comensal de humanos e animais quanto como importantes patógenos, responsáveis por causar infecções graves e de difícil tratamento (CHEUNG et al., 2021; POIREL et al., 2018).

Diante da crescente ineficácia dos antimicrobianos convencionais atualmente disponíveis, pesquisadores têm direcionado esforços à investigação de alternativas terapêuticas, como o uso de plantas medicinais e seus derivados, entre elas o extrato pirolenhoso (EP). Subproduto da pirólise da madeira, o EP apresenta composição rica em compostos fenólicos, carbonílicos e ácidos orgânicos, os quais têm sido associados a propriedades antimicrobianas relevantes (SOUZA et al., 2021; CAMPOS, 2018).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a atividade antimicrobiana do extrato pirolenhoso de acácia negra (*Acacia decurrens*) frente a bactérias multirresistentes de origem humana e animal, no contexto da abordagem One Health.

2. METODOLOGIA

O extrato pirolenhoso de *Acacia decurrens* foi fornecido pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS) já filtrado e armazenado em frasco âmbar. Por se tratar de uma solução líquida sem concentração definida em termos de massa por volume, mg/mL ou µg/mL, optou-se por trabalhar com diluições baseadas em porcentagem volumétrica. Sendo assim, para os ensaios, foram preparadas três

soluções: 100% (puro), 50% (diluição 2:2 em caldo Mueller-Hinton) e 33,3% (diluição 2:1 em caldo Mueller-Hinton).

Foram utilizados quatro isolados bacterianos multirresistentes previamente caracterizados quanto ao perfil de suscetibilidade antimicrobiana, sendo eles, dois *S. aureus* (um de origem humana e outro de origem animal) e duas *E. coli* (também de origem humana e animal). Os isolados de origem humana estavam estocados no Laboratório de Microbiologia e bioprospecção (LabMicroBio) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel) congelados em glicerol ~13%, já os isolados de origem animal estavam estocados no Laboratório de Inspeção de Produtos de Origem Animal (LIPOA) da UFPel sob as mesmas condições.

Após reativação em meios de cultivo apropriados (ágar BHI, ágar MacConkey e ágar Baird Parker), as bactérias foram padronizadas pela escala 0,5 de McFarland, correspondente a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL.

Os testes microbiológicos foram conduzidos pelo método de microdiluição em caldo, conforme recomendações do Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI, 2021), com adaptações voltadas ao estudo de compostos naturais sem concentração previamente estabelecida. Após a distribuição das diluições do extrato e a inoculação das suspensões bacterianas, as placas foram submetidas à incubação a 37 °C por 24 horas, assegurando as condições necessárias para o desenvolvimento microbiano. Posteriormente, empregou-se o método colorimétrico com cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio (TTC) a 0,015% para a caracterização da atividade bacteriostática ou bactericida do extrato. Para isto, adicionaram-se 40 µL da solução de TTC em cada poço, aguardando-se de uma a três horas para a leitura dos resultados. A confirmação das observações foi realizada por meio da inoculação do conteúdo dos poços em ágar BHI, incubação a 37 °C por 24 horas seguida de coloração de Gram para análise microscópica da morfologia bacteriana.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O extrato pirolenhoso de *A. decurrens* apresentou atividade antimicrobiana frente a todos os isolados de *E. coli* e *S. aureus*, evidenciando efeitos bactericida e bacteriostático. As análises foram conduzidas com base na média de três repetições dos testes, realizados nas concentrações de 100%, 50% e 33,3%, o que permitiu a determinação das concentrações inibitória mínima (CIM) e bactericida mínima (CBM). O início da ação observada para o EP foi na concentração de 50% e seu fim se deu em 3,1%. Concentrações iguais ou inferiores a 1,56% não apresentaram efeito frente aos microrganismos avaliados. Os valores obtidos de CIM e CBM, bem como a faixa de atividade observada e os limites de ausência de ação, encontram-se sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. Atividade antimicrobiana (CIM e CBM) do extrato pirolenhoso de *A. decurrens* frente a isolados multirresistentes de *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*

Bactéria	CIM (%)	CBM (%)	Faixa de atividade observada (%)	Ausência de atividade (%)
<i>Escherichia coli</i> (80)	4,69%	16,65%	50% – 3,1%	≤ 1,56%
<i>Escherichia coli</i> (14)	4,69%	16,65%	50% – 3,1%	≤ 1,56%
<i>Staphylococcus aureus</i> (L)	5,73%	16,65%	50% – 3,1%	≤ 1,56%

<i>Staphylococcus aureus (M)</i>	5,73%	16,65%	50% – 3,1%	≤ 1,56%
---	-------	--------	------------	---------

Dentre as três soluções avaliadas, verificou-se que o extrato pirolenhoso de acácia negra (*A. decurrens*) apresentou concentração bactericida mínima (CBM) de 16,65%, indicando a menor diluição capaz de eliminar totalmente o crescimento bacteriano. Já a concentração inibitória mínima (CIM) foi determinada em 4,69%, representando a menor diluição capaz de inibir o crescimento das bactérias testadas. Esses resultados evidenciam o potencial antimicrobiano do extrato, tanto no efeito bactericida quanto no bacteriostático.

Complementando esses achados, a análise das placas de microdiluição, além das médias percentuais, permitiu delimitar faixas de concentração associadas aos tipos de atividade antimicrobiana do extrato. A ação bactericida foi observada entre 50% e 12,5%, enquanto a atividade bacteriostática ocorreu entre 8,3% e 3,1%. Esses dados evidenciam uma faixa contínua de eficácia, com transição definida entre os dois tipos de efeito, permitindo distinguir os limites de inicio e fim da atividade.

Quando comparados a estudos prévios, os resultados obtidos reforçam a relevância do extrato pirolenhoso como agente antimicrobiano. Okoli et al. (2018), ao avaliarem frações etanólicas da casca de *A. decurrens*, relataram MIC de 12,5 µg/mL, valor inferior ao encontrado neste estudo. Tal diferença pode ser atribuída à natureza distinta da matriz utilizada (frações purificadas versus extrato bruto) e à maior concentração de compostos fenólicos e taninos em extratos etanólicos. Por sua vez, Cândido et al. (2023) testaram o extrato pirolenhoso de *Acacia mearnsii*, espécie com composição química semelhante, observando inibição superior a 50% da urease bacteriana, enzima associada à virulência, embora não tenham determinado CIM ou CBM.

4. CONCLUSÕES

O estudo evidenciou que o extrato pirolenhoso de *A. decureens* apresenta ação antimicrobiana relevante frente a isolados multirresistentes de *S. aureus* e *E. coli* de origem humana e animal, com efeito bacteriostático em concentrações menores e bactericida em valores mais elevados. Esses resultados reforçam seu potencial como alternativa natural no enfrentamento da resistência antimicrobiana, em alinhamento ao conceito One Health. Entretanto, destaca-se a importância de investigações adicionais que aprofundem a caracterização química do extrato, esclareçam seus mecanismos de ação e ampliem os testes frente a um maior número de microrganismos de interesse clínico e veterinário. Assim, o pirolenhoso de *A. decurrens* configura-se como uma estratégia complementar promissora, embora ainda pouco explorada na literatura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. L. et al. Resistência bacteriana: uma ameaça global. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, [S. I.], v. 5, p. 19741–19748, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n5-028>. Disponível <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/62740>. em: 8 jun. 2025.

CAMPOS, Â. D. Informação técnica sobre extrato pirolenhoso. Pelotas: Embrapa Clima 2018. 9 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1092513>. Acesso em: 10 jun. 2025.

CHEUNG, G. Y. C.; BAE, J. S.; OTTO, M. Pathogenicity and virulence of *Staphylococcus aureus*. Virulence, London, v. 12, n. 1, p. 547–569, dez. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1080/21505594.2021.1878688>. PMID: 33522395.

CLSI. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 31st ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute, 2021. Disponível em: <https://www.treata.academy/wp-content/uploads/2021/03/CLSI-31-2021.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2025.

COLLIGNON, P. et al. Anthropological and socioeconomic factors contributing to global antimicrobial resistance: a univariate and multivariable analysis. *The Lancet Planetary Health*, London, v. 2, n. 9, p. e398–e405, set. 2018. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30186-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30186-4). PMID: 30177008.

McEWEN, S. A.; COLLIGNON, P. J. Antimicrobial resistance: a One Health perspective. *Microbiology Spectrum*, Washington, v. 6, n. 2, p. 1–26, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0009-2017>. PMID: 29600770.

NERY, K. L. F. B. et al. Ação antimicrobiana e moduladora da resistência de derivados da hidrazida em cepas multirresistentes de *Staphylococcus aureus*: uma revisão integrativa. *Peer Review*, [S. I.], v. 5, n. 17, p. 499–514, 2023. DOI: <https://doi.org/10.53660/819.prw2248>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/372735200>. Acesso em: 8 jun. 2025.

O'NEILL, J. Tackling drug-resistant infections globally: final report and recommendations. Londres: Review on Antimicrobial Resistance, 2016. Disponível em: https://amr-review.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf. Acesso em: 8 jun. 2025.

SOUZA, J. L. S. de et al. Capacidade antimicrobiana e citotóxica de filmes de extratos pirolenhosos de *Eucalyptus grandis* e quitosana para aplicações orais. *Scientific Reports*, [S. I.], v. 11, p. 21531, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598 021-00529-7>.

VELAZQUEZ-MEZA, M. E. et al. Antimicrobial resistance: One Health approach. *Veterinary World*, Haryana, v. 15, n. 3, p. 743–749, mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.743-749>. PMID: 35497962.

WORLD. Tripartite and UNEP support OHLEP's definition of —One Healthll. Disponível em: . Acesso em: 4 ago. 2025.