

Análise Comparativa da Atividade Antimicrobiana das Ligninas Extraídas de *Morinda citrifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Buchenavia viridiflora* e *Caesalpinia pulcherrima*

Comparative Analysis of the Antimicrobial Activity of Lignins Extracted from Morinda citrifolia, Caesalpinia ferrea, Buchenavia viridiflora and Caesalpinia pulcherrima

Josué Filipe de Oliveira Moraes Miranda¹, Karla Crystina Costa dos Santos¹, Carolina Ávila dos Anjos Santos¹, Lisandra da Silva Lima¹, Diego Santa Clara Marques¹, Maria do Carmo Alves de Lima¹ e Iranildo José da Cruz Filho¹

1. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil.

josue.oliveira.br@gmail.com

Palavras-chave

Atividade antimicrobiana
Ligninas
Macromoléculas aromáticas

Keywords

Antimicrobial activity
Lignins
Aromatic macromolecules

Resumo:

As ligninas são macromoléculas aromáticas que contêm grupos fenólicos em sua estrutura, também são reconhecidas por sua ampla versatilidade de efeitos biológicos, incluindo propriedades antioxidantes, antitumorais, atividade imunomoduladora e antiparasitária, além de sua atividade antimicrobiana. Este estudo teve como objetivo comparar a atividade antimicrobiana *in vitro* das ligninas extraídas de *Morinda citrifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Buchenavia viridiflora* e *Caesalpinia pulcherrima*. As ligninas apresentaram resultados promissores para a atividade antimicrobiana *in vitro* se mostrando uma alternativa para o combate de cepas bactérias e fúngicas.

Abstract:

Lignins are aromatic macromolecules that contain phenolic groups in their structure. They are also recognized for their wide versatility of biological effects, including antioxidant, antitumor, immunomodulatory and antiparasitic properties, in addition to their antimicrobial activity. This study aimed to compare the *in vitro* antimicrobial activity of lignins extracted from *Morinda citrifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Buchenavia viridiflora* and *Caesalpinia pulcherrima*. The lignins showed promising results for *in vitro* antimicrobial activity, proving to be an alternative for combating bacterial and fungal strains.

Artigo recebido em: 08.12.2024.

Aprovado para publicação em: 31.01.2025.

INTRODUÇÃO

As ligninas são macromoléculas aromáticas que contêm grupos fenólicos em sua estrutura (Solihat *et al.*, 2021). Sua composição química é formada por três unidades fenilpropanoides: guaiacil (G), seringil (S) e *p*-hidroxifenil (H), que são biossintetizadas por polimerização desidrogenativa (Khadem *et al.*, 2024).

Na literatura, as ligninas são reconhecidas por sua ampla versatilidade de efeitos biológicos, incluindo propriedades antioxidantes, antitumorais, atividade imunomoduladora e antiparasitária (Lima *et al.*, 2024), além de sua utilização como excipiente de benzidazol (Cruz Filho *et al.*, 2023) e atividade antimicrobiana (Silva *et al.*, 2023; Araújo *et al.*, 2022; Cruz Filho *et al.*, 2023).

Este estudo teve como objetivo comparar a atividade antimicrobiana *in vitro* das ligninas extraídas de *Morinda citrifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Buchenavia viridiflora* e *Caesalpinia pulcherrima*.

METODOLOGIA

As ligninas desse estudo foram extraídas das seguintes plantas: *Morinda citrifolia*, *Caesalpinia ferrea*, *Buchenavia viridiflora* e *Caesalpinia pulcherrima* seguindo a metodologia descrita por Cruz Filho *et al.* (2019). De forma resumida as folhas foram secas a 105 °C e moídas em moinho de facas a 0,1 mm. Foram submetidas, separadamente, a três etapas de obtenção.

Inicialmente, foi realizado um tratamento ácido com 1% de H₃PO₄ a 121°C por 30 min com relação massa volume de 1:10 m/v, para remoção de polissacarídeos solúveis e hemicelulose (Etapa 1). Em seguida o sólido obtido (celulignina) foi submetido a uma deslignificação alcalina com 1% de NaOH (Etapa 2) nas mesmas condições do tratamento ácido.

Ao final do processo a fração líquida contendo lignina foi filtrada e acidificada com H₂SO₄ para precipitação da lignina (Etapa 3). Essas ligninas foram caracterizadas por diferentes análises físicas e químicas no Laboratório de Química e Inovação Terapêutica da Universidade Federal de Pernambuco e publicadas por Melo *et al.*, (2020), Silva *et al.*, (2021), Araujo *et al.*, (2022) e Silva *et al.*, (2023).

A atividade antimicrobiana *in vitro* dessas ligninas foram avaliadas pelo ensaio de diluição em placa de 96 poços com o objetivo de determinar a concentração inibitória mínima (CIM) e as concentrações mínimas bactericida (CMB) e fungicida (CMF) respectivamente. As cepas bacterianas utilizadas foram: *Acinetobacter baumannii*, *Enterococcus fecalis* e *Pseudomonas aeruginosa*. Já as cepas fúngicas utilizadas foram: *Candida albicans* e *Candida guilliermondii*.

Todos os experimentos foram realizados em triplicata e como controle experimental foram utilizados diferentes antibióticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ligninas avaliadas nesse estudo apresentaram baixa toxicidade em diferentes frentes a diferentes células de mamíferos (Melo *et al.* 2020; Silva *et al.*, 2021; Araujo *et al.* 2022; Silva *et al.*, 2023). Os resultados da atividade antimicrobiana *in vitro* foram apresentados pelas concentrações mínimas inibitórias (CIM), bactericida (CMB) e fungicida (CMF) para cada uma das ligninas, conforme apresentado na Tabela 1.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostraram que as ligninas apresentaram resultados parecidos, segundo Cruz Filho (2023), apesar do mecanismo de ação das ligninas não ter sido elucidado ainda, sabe-se que os compostos fenólicos da estrutura da lignina e as ligações duplas C-C nas posições α e β são responsáveis por inibir o crescimento de micro-organismo. Já *C. Pulcherrima* apresentou bons resultados em atividade antifúngica, pois, segundo Melo *et al.*, (2020), há a presença de derivados do ácido cinâmico em sua estrutura aumenta a atividade.

CONCLUSÕES

As ligninas apresentaram resultados promissores para a atividade antimicrobiana *in vitro* se mostrando uma alternativa para o combate de cepas bactérias e fúngicas.

Tabela 1. Atividade antimicrobiana in vitro de diferentes ligninas.

Bactérias	Lignina	CIM (µg/mL)	CMB (µg/mL)	Controle	
				CIM (µg/mL)	
<i>E. fecalis</i>	<i>M. citrifolia</i>	>1024	>1024	Amicacina	8,0 (S)
<i>A. baumannii</i>	<i>M. citrifolia</i>	512	>1024	Amp+Sulbac	16,0(I)
<i>P. aeruginosa</i>	<i>M. citrifolia</i>	>1024	>1024	Amicacina	32,0(I)
<i>E. fecalis</i>	<i>B. viridiflora</i>	512	>1024	Amicacina	8,0 (S)
<i>A. baumannii</i>	<i>B. viridiflora</i>	>1024	>1024	Amp+Sulbac	16,0(I)
<i>P. aeruginosa</i>	<i>B. viridiflora</i>	512	>1024	Amicacina	32,0(I)
<i>E. fecalis</i>	<i>C. ferrea</i>	512	>1024	Amicacina	8,0 (S)
<i>A. baumannii</i>	<i>C. ferrea</i>	>1024	>1024	Amp+Sulbac	16,0(I)
<i>P. aeruginosa</i>	<i>C. ferrea</i>	512	>1024	Amicacina	32,0(I)
Fungos	Lignina	CIM	CMF	CIM (µg/mL)	
<i>C. albicans</i>	<i>M. citrifolia</i>	>1024	>1024	Micafungina	0,0625 (S)
<i>C. guilhermondii</i>	<i>M. citrifolia</i>	>1024	>1024	Micafungina	0,0156 (S)
<i>C. albicans</i>	<i>B. viridiflora</i>	>1024	>1024	Micafungina	0,0625 (S)
<i>C. guilhermondii</i>	<i>B. viridiflora</i>	>1024	>1024	Micafungina	0,0156 (S)
<i>C. albicans</i>	<i>C. ferrea</i>	512	>1024	Fluconazol	0,5 (S)
<i>C. guilhermondii</i>	<i>C. ferrea</i>	>1024	>1024	Micafungina	0,01 (S)
<i>C. albicans</i>	<i>C. pulcherrima</i>	31,25	NA	Anfotericina B	0,5
<i>C. guilhermondii</i>	<i>C. pulcherrima</i>	31,25	NA	Anfotericina B	1,0

R-Resistente; S-sensível; I-resistência intermediária; Amp+Sulbac-Ampicilina+Sulbactam; NA-não avaliado.

FINANCIAMENTO: Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE).

AGRADECIMENTOS: A FACEPE e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Denise Maria Figueiredo et al. Biological activities and physicochemical characterization of alkaline lignins obtained from branches and leaves of *Buchenavia viridiflora* with potential pharmaceutical and biomedical applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 219, p. 224-245, 2022.
- CRUZ FILHO, Iranildo J. et al. Alkaline lignins from *Morinda citrifolia* leaves are potential immunomodulatory, antitumor, and antimicrobial agents. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 95, n. suppl 2, p. e20221026, 2023.
- CRUZ FILHO, Iranildo José et al. In vitro evaluation of alkaline lignins as antiparasitic agents and their use as an excipient in the release of benzimidazole. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 231, p. 123339, 2023.
- CRUZ FILHO, Iranildo José et al. Lignins isolated from Prickly pear cladodes of the species *Opuntia ficus-indica* (Linnaeus) Miller and *Opuntia cochenillifera* (Linnaeus) Miller induces mice splenocytes activation, proliferation and cytokines production. **International journal of biological macromolecules**, v. 123, p. 1331-1339, 2019.
- KHADEM, Elham et al. Lignin derivatives-based hydrogels for biomedical applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, p. 129877, 2024.

LIMA, Lisandra da Silva et al. Biological potential of alkaline lignins: A brief review. Scientific **Electronic Archives**, v. 17, n. 4, 2024.

MELO, Cristiane Moutinho Lagos et al. Lignin isolated from *Caesalpinia pulcherrima* leaves has antioxidant, antifungal and immunostimulatory activities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 162, p. 1725-1733, 2020.

SILVA, Beatriz Rayne Moraes Gomes et al. In vitro evaluation of antioxidant, cytotoxic, trypanocidal and antimicrobial activities of lignin obtained from *Caesalpinia ferrea* leaves and its use as an excipient in the release of oxacillin and fluconazole. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 250, p. 126225, 2023.

SILVA, Paula Roberta et al. Lignin from *Morinda citrifolia* leaves: Physical and chemical characterization, in vitro evaluation of antioxidant, cytotoxic, antiparasitic and ultrastructural activities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 193, p. 1799-1812, 2021.

SOLIHAT, Nissa Nurfaejrin et al. Lignin as an active biomaterial: a review. **Journal Sylva Lestari**, v. 9, n. 1, p. 1-22, 2021.

