

ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA BIOGÊNICAS SINTETIZADAS A PARTIR DE EXTRATO VEGETAL CONTRA BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE IMPORTÂNCIA EM ALIMENTOS

ERIC HIROYOSHI OSSUGUI¹; LUIS GUSTAVO BACH²; GABRIELE BENATTO DELGADO², GIOVANA WINK FALEIRO²; RENATA KATSUKO TAKAYAMA KOBAYASHI³; LUCIANO APARECIDO PANAGIO³; GERSON NAKAZATO³; WLADIMIR PADILHA DA SILVA⁴

¹UFPel – eric.ossugui@gmail.com

²UFPel – lugubach@hotmail.com

³UEL – gnakazato@uel.br

⁴UFPel – wladimir.padilha2011@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) representam uma série ameaça à saúde pública global, afetando mais de 600 milhões de pessoas e causando mais de 420 mil mortes anualmente (OMS, 2024). Entre os agentes etiológicos de origem bacteriana, destacam-se *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus*. Esses micro-organismos causam salmonelose, campilobacteriose, listeriose e intoxicação estafilocócica alimentar, respectivamente, as quais geralmente provocam transtornos gastrointestinais, mas que, em determinados casos, podem provocar sintomas mais graves, podendo até ser fatais (NEWEL et al., 2010).

Para combater esses patógenos, a busca por alternativas aos antimicrobianos clínicos é necessária, ainda mais no cenário atual alarmante da emergência e disseminação rápida de micro-organismos multirresistentes aos antimicrobianos de uso clínico (CASALS et al., 2025). Uma das potenciais alternativas são as nanopartículas de prata biogênicas (AgNPs). Diversos estudos já demonstraram o amplo espectro de ação das AgNPs contra diversos micro-organismos (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2025), as quais podem ser sintetizadas por métodos químicos, físicos e biológicos, embora a abordagem biológica, que utiliza extratos vegetais, seja considerada a mais fácil, segura e ecologicamente correta (GIRMA et al., 2024).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a atividade antimicrobiana de AgNPs sintetizadas a partir de extrato vegetal contra micro-organismos de importância para a segurança de alimentos.

2. METODOLOGIA

Para o experimento foram utilizadas cepas de *Salmonella* spp., *C. jejuni*, *L. monocytogenes* e *S. aureus*, pertencentes à bacterioteca do Laboratório de Microbiologia de Alimentos, do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA), da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

As AgNPs foram sintetizadas a partir de extrato aquoso de folhas de uma determinada planta da região de Pelotas-RS (Proteção sob Patente), no Laboratório de Microbiologia Básica e Aplicada da Universidade Estadual de

Londrina (UEL), cuja características principais são apresentar forma esférica, diâmetro hidrodinâmico médio de 77,58 nm e potencial zeta 19,9.

A Concentração Inibitória Mínima (CIM) e a Concentração Bactericida Mínima (CBM) das AgNPs sintetizadas foram realizadas seguindo o método de microdiluição em caldo, utilizando-se placas de 96 poços, e baseadas no protocolo do Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI, 2008), com adaptações para *C. jejuni* e *L. monocytogenes* (KLEINUBING et al., 2021). Os resultados foram expressados em $\mu\text{g/mL}$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de CIM variaram de 6,68 a 26,7 $\mu\text{g/mL}$, e a CBM, variou de 13,37 a 26,7 $\mu\text{g/mL}$ (**Tabela 1**), demonstrando amplo espectro de ação das AgNPs contra bactérias de importância alimentar avaliadas neste estudo.

Tabela 1. Valores de Concentração Inibitória Mínima (CIM) e Concentração Bactericida Mínima (CBM) de Nanopartículas de Prata (AgNPs) sintetizadas com extrato vegetal contra bactérias de interesse em alimentos

Micro-organismos	CIM ($\mu\text{g/mL}$)	CBM ($\mu\text{g/mL}$)
<i>Salmonella</i> spp.	6,68	13,37
<i>Campylobacter jejuni</i>	26,7	26,7
<i>Listeria monocytogenes</i>	13,37	26,7
<i>Staphylococcus aureus</i>	6,68	13,37

A atividade antibacteriana das nanopartículas de prata pode ser influenciada por inúmeros fatores, como tamanho, forma, carga da superfície e revestimento da superfície das nanopartículas (CASALS et al., 2025).

As diferenças na constituição da parede celular de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas não afetou a atividade das AgNPs, não havendo diferença na sua ação contra estes grupos microbianos, diferentemente do que foi encontrado por Pazos-Ortiz et al. (2017), o qual observaram maior ação em bactérias Gram-negativas. O fato de não ter se observado neste estudo diferença estatística na atividade antimicrobiana das AgNPs entre bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, provavelmente pode ser atribuído a compostos presentes no extrato da planta utilizada para a produção das nanopartículas, os quais podem estar revestindo as AgNPs sintetizadas, aumentando sua ação antibacteriana (Saifuddin et al., 2024).

Loo et al. (2018) demonstraram que AgNPs sintetizadas a partir de extrato de folhas de chá pu-erh apresentaram valores de CIM e CBM de 3,9 $\mu\text{g/mL}$ para *S. Enteritidis*. Esse valor é inferior ao encontrado no presente estudo, e essa diferença pode ser atribuída ao tamanho das nanopartículas. Enquanto no estudo supracitado os autores obtiveram partículas de 4 nm, no presente estudo, as nanopartículas obtidas apresentaram 77 nm. A atividade antimicrobiana das nanopartículas é inversamente proporcional ao seu tamanho, pois partículas menores possuem maior facilidade para atravessar a parede celular e a membrana citoplasmática bacteriana, potencializando seu efeito (GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2025).

Rivera-Mendonza et al. (2024) relataram valores de CIM de 6 µg/mL para AgNPs sintetizadas a partir de extrato do fungo *Ganoderma sessile* contra *C. jejuni*, um valor significativamente menor do que o encontrado no presente estudo (26,7 µg/mL). Apesar de poder apresentar maior eficácia antimicrobiana, o método de biossíntese de AgNPs por fungos é consideravelmente mais demorado e laborioso, pois exige meios de cultura e temperaturas específicas para a incubação do fungo e síntese das nanopartículas. Em contraste, a biossíntese utilizada neste estudo é um processo rápido e simples, que não requer equipamentos tais como incubadoras. Assim, embora a biossíntese fúngica possa gerar nanopartículas com maior atividade contra *C. jejuni*, o método de síntese empregado neste estudo oferece uma alternativa mais prática e viável para futuras aplicações.

Dessa forma, os resultados demonstram que as AgNPs biogênicas sintetizadas neste estudo representam uma alternativa sustentável e eficaz e seu amplo espectro de atividade tem potencial para ser utilizado para o controle de micro-organismos em alimentos, podendo contribuir significativamente para a segurança de alimentos e para a saúde pública.

4. CONCLUSÕES

As nanopartículas de prata sintetizadas com o extrato vegetal testado demonstram atividade antimicrobiana contra *Salmonella* spp., *C. jejuni*, *L. monocytogenes* e *S. aureus*, tornando-se uma alternativa viável para o seu controle.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASALS, E.; GUSTA, M.F.; BASTUS, N.; RELLO, J.; PUNTES, V. Silver Nanoparticles and Antibiotics: A Promising Synergistic Approach to Multidrug-Resistant Infections. *Microorganisms*, 13(4), 952, 2025.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). M07-A10; **Methods for Dilution Antimicrobial Susceptibility Tests for Bacteria that Grow Aerobically**: 11th ed. Clinical and Laboratory Standards Institute: Wayne, PA, USA, 2018.

GIRMA, A.; ALAMNIE, G.; BEKELE, T.; MEBRATIE, G.; MEKUYE, B.; ABERA, B.; WORKINEH, D.; TABOR, A.; JUFAR, D. Green synthesized silver nanoparticles: antibacterial activity and alternative mechanisms of action to combat multidrug-resistant bacterial pathogens: a systematic literature review. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 17:1, 2412601, 2024.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, S.; BLANCO-AGUDÍN, N.; RODRÍGUEZ, D.; FERNÁNDEZ-VEGA, I.; MERAYO-LLOVES, J.; QUIRÓS, L.M. Silver Nanoparticles: A Versatile Tool Against Infectious and Non-Infectious Diseases. *Antibiotics (Basel, Switzerland)*, 14(3), 289, 2025.

KLEINUBING, N.R.; RAMIRES, T.; WURFEL, S.F.R.; HAUBERT, L.; SCHEIK, L.K.; KREMER, F.S.; LOPES, G.V.; SILVA, W.P. Antimicrobial resistance genes and plasmids in *Campylobacter jejuni* from broiler production chain in Southern Brazil. *LWT*. Volume 144, 111202, 2021.

NEWELL, D. G.; KOOPMANS, M.; VERHOEF, L.; DUIZER, E.; AIDARA-KANE, A.; SPRONG, H.; OPSTEEGH, M.; LANGELAAR, M.; THREFFALL, J.; SCHEUTZ, F.; VAN DER GIESSEN, J.; KRUSE, H. Food-borne diseases - the challenges of 20 years ago still persist while new ones continue to emerge. **International Journal of Food Microbiology**, 139 Suppl 1, S3–S15, 2010.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Food Safety**. Newsroom, Genebra, 04 out. 2024. Acessado em 22 ago. 2025. Online. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>

PAZOS-ORTIZ, E.; ROQUE-RUIZ, J.H.; HINOJOS-MÁRQUEZ, E.A.; LÓPEZ-ESPARZA, J.; DONOHUÉ-CORNEJO, A., CUEVAS-GONZÁLEZ, J.C. Dose-dependent Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticles on Polycaprolactone Fibers Against Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria. **J. Nanomater**, 2017.

RIVERA-MENDOZA, D.; QUIÑONES, B.; HUERTA-SAQUERO, A.; CASTRO-LONGORIA, E. Antimicrobial Activity of Green Synthesized Silver and Copper Oxide Nanoparticles against the Foodborne Pathogen *Campylobacter jejuni*. **Antibiotics (Basel)**. 14;13(7):650, 2024.

SAIFUDDIN, N.N. ; MATUSSIN, S.N.; FARIDUDDIN, Q.; KHAN, M. M. Potentials of roots, stems, leaves, flowers, fruits, and seeds extract for the synthesis of silver nanoparticles. **Bioprocess and biosystems engineering**, 47(8), 1119–1137, 2024.