



AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIBACTERIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs)

Leonardo Gomes Soares¹; Jonathas Eduardo Miranda Gomes²; Giovanna de Carvalho Nardelli Basílio³; Lucas de Barros Pereira⁴; Kélita Lourrany Teixeira Santos²; Leonardo Giordano Paterno⁵; Luiz Fernando Romanholo Ferreira²

¹Ciências biológicas - Universidade Católica de Brasília;

²Programa de Pós-Graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia - Universidade Católica de Brasília;

³Professora – Universidade Católica de Brasília;

⁴Programa de Pós-Graduação em Nanociência e Nanobiotecnologia - Universidade de Brasília;

⁵Programa de Pós-Graduação em Ciência de Materiais - Universidade de Brasília.

E-mail: leonardo.gsoares@a.ucb.br; jonathaseduardo18@gmail.com; giovanna.lobo@p.ucb.br; lucasbarros521@gmail.com; kelita.lourrane@gmail.com; lpaterno@unb.br; luiz.romanholo@p.ucb.br

RESUMO

A resistência antimicrobiana é um desafio global que demanda o desenvolvimento de novas estratégias de combate frente a patógenos clínicos. Nesse contexto, as nanopartículas de prata (AgNPs) surgem como alternativa promissora devido aos seus múltiplos mecanismos de ação e geração de espécies reativas de oxigênio (EROS). Este trabalho avaliou a síntese química por redução com citrato de sódio e a estabilidade coloidal das AgNPs por espalhamento de luz dinâmico (DLS), Potencial Zeta e monitoramento de pH ao longo de 90 dias. O (PdI < 0,20), acompanhado por Potencial Zeta em torno de -25 mV e pH neutro (6,2–6,8). As análises morfológicas e espectroscópicas (MET, FTIR, UV-Vis e Raman) e os ensaios microbiológicos frente a *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus* encontram-se em execução para correlacionar as propriedades físico-químicas com o potencial antibacteriano.

Palavras-chave: Nanopartículas de prata. Atividade antibacteriana, Resistência antimicrobiana.

INTRODUÇÃO

Atualmente, há um aumento significativo da resistência bacteriana aos antibióticos amplamente utilizados há décadas, configurando um importante desafio para a saúde pública. Esse cenário é evidenciado por estudos que alertam para a possibilidade de mais de 10 milhões de mortes diretas associadas à resistência antimicrobiana (PNUMA/ONU, 2023), fenômeno relacionado à capacidade evolutiva das bactérias de desenvolver mecanismos de resistência, comprometendo a eficácia dos tratamentos disponíveis e favorecendo a ocorrência de quadros clínicos graves (Ministério da Saúde, 2026; GBD 2021 *Antimicrobial Resistance Collaborators*). Diante desse contexto, torna-se necessária a busca por novas estratégias terapêuticas capazes de contribuir para o enfrentamento da resistência bacteriana, destacando-se, entre as alternativas em investigação, o uso de nanopartículas de prata (AgNPs) devido ao seu reconhecido potencial antimicrobiano (Alexander, 2009).

As AgNPs apresentam múltiplos mecanismos de ação, incluindo a interação dos íons prata com o DNA e proteínas bacterianas, além da geração de espécies reativas de oxigênio (EROS), que desestabilizam a membrana celular bacteriana (Bruna et al., 2021). Enquanto os antibióticos atuam em alvos específicos, as AgNPs atingem diferentes estruturas celulares, dificultando o desenvolvimento de resistência. A relevância deste estudo é reforçada pela necessidade do



desenvolvimento de abordagens eficazes contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923) e *Escherichia coli* (Cabrero-Pinedo et al.2026). Para que sua aplicação biológica seja viável, é fundamental assegurar a estabilidade coloidal e a uniformidade das partículas durante o armazenamento.

OBJETIVO

Avaliar a síntese química, a estabilidade coloidal e a atividade antibacteriana de nanopartículas de prata frente a bactérias de interesse clínico (*Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*).

METODOLOGIA

As AgNPs foram sintetizadas por método químico de redução, utilizando nitrato de prata (AgNO_3) como precursor e citrato de sódio como agente redutor e estabilizante sob condições controladas de temperatura e agitação (Pillai & Kamat, 2004). A avaliação da estabilidade físico-química e coloidal foi conduzida aos 7, 15, 30, 60 e 90 dias após a síntese:

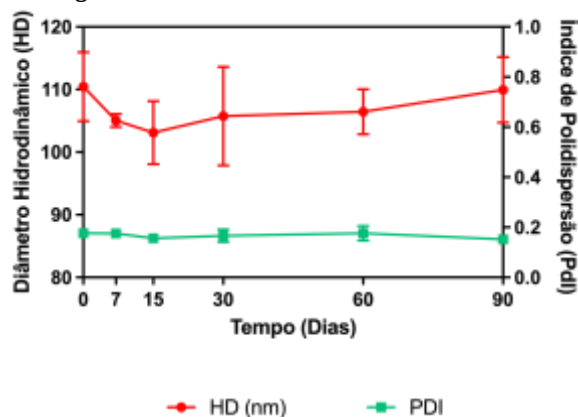
- Espalhamento de Luz Dinâmico (DLS): determinação do Diâmetro Hidrodinâmico (HD) e do Índice de Polidispersão (PDI).
- Potencial Zeta (PZ) e pH: mensuração da carga superficial e do equilíbrio químico da suspensão aquosa.

RESULTADOS

A síntese química das AgNPs resultou em dispersões coloidais homogêneas. A evolução temporal dos parâmetros físico-químicos ao longo de 90 dias é apresentada nas Figuras 1 e 2. Conforme observado na Figura 1, o diâmetro hidrodinâmico (HD) manteve-se constante na faixa de 103 a 110 nm, sem variações que indiquem processos de agregação. O Índice de Polidispersão (PDI) permaneceu abaixo de 0,20 durante todo o período avaliado, evidenciando uma população de partículas altamente monodispersa.

Figura 1

Diâmetro hidrodinâmico (HD) e índice de polidispersão (PDI) das nanopartículas de prata monitorados ao longo de 90 dias.



Nota. Medições realizadas em triplicata por Dynamic Light Scattering (DLS) aos 7, 15, 30, 60 e 90 dias pós-síntese.

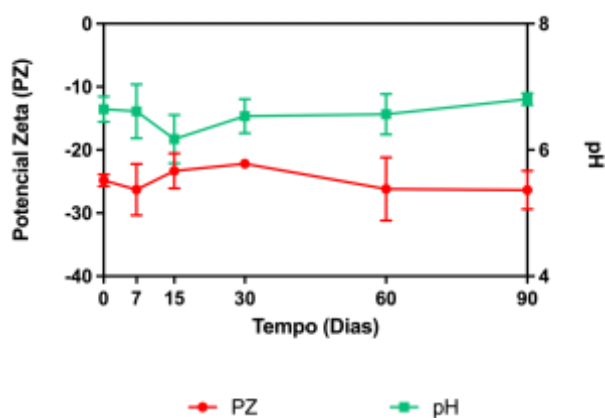


Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).

A estabilidade eletrostática da suspensão foi confirmada pelos dados de Potencial Zeta e pH (Figura 2). O Potencial Zeta apresentou valores negativos expressivos, oscilando entre -22 mV e -26 mV ao longo dos 90 dias. Paralelamente, o pH do meio manteve-se estável próximo à neutralidade (6,2 a 6,8). A manutenção da densidade de carga superficial negativa confere repulsão eletrostática suficiente para impedir a aglomeração orientada por forças atrativas de van der Waals, corroborando a invariância do diâmetro hidrodinâmico observada no DLS.

Figura 2

Potencial Zeta (PZ) e monitoramento de pH da suspensão coloidal de nanopartículas de prata ao longo de 90 dias.



Nota. Medições de potencial de superfície e pH realizadas aos 7, 15, 30, 60 e 90 dias de armazenamento.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2026).

Os ensaios microbiológicos preliminares apontaram a necessidade de ajustes nas diluições seriadas de trabalho, estando em fase de repadronização juntamente com as análises avançadas de MET, FTIR, UV-Vis e Raman para correlação com a atividade biológica.

CONCLUSÃO

As nanopartículas de prata sintetizadas por redução com citrato apresentaram excelente estabilidade coloidal, com diâmetro hidrodinâmico (~105 nm), monodispersão (PDI < 0,20) e repulsão eletrostática (PZ ≈ -25 mV) preservados por até 90 dias. A continuidade experimental permitirá a caracterização espectroscópica completa e a determinação quantitativa do potencial antibacteriano frente a *E. coli* e *S. aureus*.

REFERÊNCIAS

- Alexander, J. W. (2009). History of the medical use of silver. *Surgical Infections*, 10(3), 289–292. <https://doi.org/10.1089/sur.2008.9941>
- Bruna, T., Maldonado-Bravo, F., Jara, P., & Caro, N. (2021). Silver nanoparticles and their antibacterial applications. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 7202. <https://doi.org/10.3390/ijms22137202>



- GBD 2021 Antimicrobial Resistance Collaborators. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet*. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(24\)01867-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(24)01867-1/fulltext)
- Cabrera-Pinedo, R., Zavaleta-Espejo, G., Saldaña-Jiménez, J., Jáuregui-Rosas, S. R., Samanamud Moreno, F., Felix-Quintero, H., & Espino-Caballero, G. (2026). Synthesis, characterization and antibacterial effect of nanoparticles core shell Ag@ZnO. *Chemical Engineering Transactions*, 123, 19–24. <https://doi.org/10.3303/CET26123004>
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2024). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (34^a ed., M100). CLSI.
- Marro, M., Gómez, R., & Dellamea, M. (2022). Evaluation of the antibacterial activity of silver nanoparticles synthesized using *Ilex paraguariensis* extract. *Journal of Nanomaterials*, 2022, 1–9.
- Ministério da Saúde. (s.d.). *Resistência aos antimicrobianos*. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/r/ram>
- Pillai, Z. S., & Kamat, P. V. (2004). What factors control the size and shape of silver nanoparticles in the citrate ion reduction method? *The Journal of Physical Chemistry B*, 108(3), 945–951. <https://doi.org/10.1021/jp037018r>
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. (2023). *Bracing for superbugs: Strengthening environmental action in the One Health response to antimicrobial resistance*. PNUMA/ONU.

Financiamento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.