



## **POTENCIAIS E LIMITAÇÕES PARA O USO DAS NANOPARTÍCULAS DE PRATA EM CURATIVOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Maria Elisângela Santos Lira<sup>1</sup>, Alice de Jesus Santos<sup>2</sup>, Heluza Monteiro de Oliveira<sup>3</sup>, Jessé Cabral Nunes Conceição<sup>4</sup>, Luiza Silva Macedo<sup>5</sup>, Vitor Manoel Bernardino<sup>5</sup>, Luís Felipe Moraes Barros<sup>6</sup>, Vanessa Gonçalves da Mota<sup>7</sup>, Marcelio Barros Vieira<sup>8</sup>, James de Oliveira Junior<sup>9</sup>, Guilherme Miguel Moreira de Oliveira<sup>10</sup>, Rodrigo Daniel Zanoni<sup>11</sup>



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2025v7n2p416-425>

Artigo publicado em 06 de Fevereiro de 2025

### REVISÃO DE LITERATURA

#### **RESUMO**

A prata tem sido utilizada na medicina há séculos devido às suas propriedades antimicrobianas. Seu uso em curativos popularizou-se por sua capacidade de prevenir e tratar infecções, acelerar a cicatrização e promover a regeneração tecidual. Esta revisão integrativa objetivou analisar os potenciais e as limitações do uso das nanopartículas de prata em curativos, buscando responder à questão: quais os benefícios, as limitações e os desafios relacionados à aplicação da prata no tratamento de feridas? A pesquisa foi realizada nas bases de dados PubMed, Web of Science, LILACS e SciELO, com os descritores "prata", "curativo", "cicatrização" e "antimicrobianos". Foram incluídos 06 artigos publicados entre 2019 e 2024. Os resultados indicaram que a prata apresenta benefícios significativos, como ação antimicrobiana eficiente contra diversos microrganismos, redução da inflamação e estímulo à angiogênese. Tecnologias recentes, como nanopartículas de prata, mostraram potencial para melhorar a biodisponibilidade e estabilidade dos agentes antimicrobianos, além de proporcionar entrega direcionada e controlada de medicamentos, otimizando sua eficácia terapêutica. Contudo, foram identificados desafios, como a toxicidade em altas concentrações, a possibilidade de reações imunológicas adversas e dificuldades na produção em larga escala. O custo elevado de algumas formulações e a falta de regulamentação específica para nanopartículas também foram destacadas como barreiras. Conclui-se que a prata desempenha um papel relevante no tratamento de feridas, mas seu uso deve ser criterioso, considerando seus benefícios e limitações. O desenvolvimento de tecnologias como curativos com liberação controlada e o uso combinado com outros agentes antimicrobianos é promissor para otimizar a eficácia terapêutica e minimizar riscos. Pesquisas futuras devem focar na segurança, acessibilidade e regulamentação das nanopartículas de prata.

**Palavras-chave:** Prata, Curativos, Cicatrização, Antimicrobianos.



# POTENTIALS AND LIMITATIONS FOR THE USE OF SILVER NANOPARTICLES IN DRESSINGS: A LITERATURE REVIEW

## ABSTRACT

Silver has been used in medicine for centuries due to its antimicrobial properties. Its use in dressings has become popular for its ability to prevent and treat infections, accelerate healing, and promote tissue regeneration. This integrative review aimed to analyze the potentials and limitations of the use of silver nanoparticles in dressings, seeking to answer the question: what are the benefits, limitations and challenges related to the application of silver in wound care? The search was carried out in the PubMed, Web of Science, LILACS and SciELO databases, with the descriptors "silver", "dressing", "healing" and "antimicrobial". 06 articles published between 2019 and 2024 were included. The results indicated that silver has significant benefits, such as efficient antimicrobial action against various microorganisms, reduction of inflammation and stimulation of angiogenesis. Recent technologies, such as silver nanoparticles, have shown potential to improve the bioavailability and stability of antimicrobial agents, as well as provide targeted and controlled drug delivery, optimizing their therapeutic efficacy. However, challenges were identified, such as toxicity at high concentrations, the possibility of adverse immune reactions, and difficulties in large-scale production. The high cost of some formulations and the lack of specific regulation for nanoparticles were also highlighted as barriers. It is concluded that silver plays a relevant role in the treatment of wounds, but its use must be judicious, considering its benefits and limitations. The development of technologies such as controlled-release dressings and combined use with other antimicrobial agents is promising to optimize therapeutic efficacy and minimize risks. Future research should focus on the safety, affordability, and regulation of silver nanoparticles.

**Keywords:** Silver, Dressings, Healing, Antimicrobials.

**Instituição afiliada** – Universidade Federal de Alagoas<sup>1</sup>; Universidade Tiradentes<sup>2</sup>; Universidade Federal de Ciências da Saúde – UFCSPA<sup>3</sup>; Faculdade para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia – FADESA<sup>4</sup>; Centro Universitário de Goiatuba -Unicerrado<sup>5</sup>; Universidade de Gurupi - UNIRG<sup>6</sup>; Faculdade Edufor<sup>7</sup>; Unicambury<sup>8</sup>; Centro União das Américas Descomplica<sup>9</sup>; Unesp - Faculdade de Odontologia - Câmpus de Araçatuba<sup>10</sup>; Faculdade São Leopoldo Mandic<sup>11</sup>

**Autor correspondente:** Maria Elisângela Santos Lira [elisalira639@gmail.com](mailto:elisalira639@gmail.com)

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## INTRODUÇÃO

O contato dos seres humanos com a prata é milenar, caracterizado pelo uso do metal em joias, moedas e no manuseio de alimentos. A utilização da prata como moeda e em utensílios é mencionada no primeiro livro do antigo testamento. Atualmente, a prata é empregada em amalgamas dentários, fotografia, desinfecção da água, soldas, equipamentos eletrônicos, entre outros (Barillo; Marx, 2014).

Na medicina, a prata tem sido usada para diferentes propósitos. No século XIX, médicos suturavam cortes cirúrgicos com fios de prata, e folhas de prata eram aplicadas sobre ferimentos de soldados durante a primeira guerra mundial para evitar infecções e facilitar a cicatrização (Medici, 2019).

Os sais de prata foram utilizados no passado como agentes antibacterianos no tratamento de conjuntivite, gastroenterite, gonorreia e sífilis, além de doenças mentais e vício em nicotina. A primeira edição do Merck Index (1889) listou ao menos 18 sais de prata para fins farmacêuticos. O uso do nitrato de prata era um dos mais populares, conhecido como lápis infernalis (ou cáustico lunar pelos alquimistas), com uso datado de 69 a.C., descrito na farmacopeia romana (Hill, 1935).

A aplicação da prata e de seus compostos na medicina e na purificação da água deve-se à atividade antibacteriana e antifúngica dos íons  $Ag^+$ . O fármaco denominado sulfadiazina de prata é amplamente utilizado em pacientes queimados para prevenir e tratar infecções, sendo eficiente contra *Pseudomonas aeruginosa*, um dos principais organismos responsáveis por infecções decorrentes de queimaduras. O mecanismo de ação envolve a precipitação de proteínas e a atuação direta na membrana citoplasmática das células bacterianas, promovendo efeito bactericida imediato e bacteriostático residual (Franco, 2008). Além da sulfadiazina, a norfloxacina de prata também é utilizada como agente antibacteriano.

O médico Carl Credé, por volta de 1880, introduziu o uso de solução de  $AgNO_3$  a 2% para o tratamento da oftalmia neonatal, prática comum em algumas regiões até recentemente. O nitrato de prata também foi aplicado no tratamento de queimaduras em solução a 0,5% (Bellinger, 1970) e na eliminação de verrugas cutâneas com relativo sucesso (Medici, 2019).



Em alguns países, é determinado por lei o uso de soluções aquosas contendo sais de prata nos olhos de recém-nascidos para evitar infecções oculares neonatais. A administração de íons de prata como medicamentos é vantajosa, pois geralmente não apresenta efeitos adversos em seres humanos (Silver, 2003).

Estudos indicam que a prata, além de apresentar elevada atividade bactericida, possui baixa toxicidade quando comparada a outros metais, como ouro e cobre (Carroll et al., 2013). Em outro estudo comparativo, observou-se redução nas chances de infecções pós-operatórias por bactérias como candida albicans, escherichia coli e staphylococcus aureus, demonstrando a eficiência da prata (Mirzaee et al., 2016; Vieira, 2013). A partir dessas informações, o presente artigo objetiva responder à seguinte questão de pesquisa: quais são os potenciais e as limitações para o uso da prata em feridas?

## METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa de literatura, uma abordagem metodológica que permite a inclusão de estudos experimentais e não experimentais para uma compreensão abrangente do fenômeno analisado. Essa metodologia possibilita a construção de um panorama consistente sobre conceitos complexos, teorias e problemas relevantes, promovendo a síntese do conhecimento e a integração de resultados obtidos em pesquisas anteriores (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Para a realização desta revisão, foram seguidas seis etapas metodológicas: (1) seleção da pergunta de pesquisa e formulação da estratégia PICO; (2) definição dos critérios de inclusão e exclusão; (3) representação dos estudos em tabelas, destacando descritores, bases de dados e quantidade de artigos encontrados; (4) análise crítica dos artigos selecionados; (5) interpretação dos resultados; e (6) redação das evidências encontradas.

**Quadro 01.** Aplicação da estratégia PICO.

ACRÔNIMO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO
P	População	Pacientes com feridas agudas ou crônicas
I	Interesse	Uso de nanopartículas de prata em curativos para prevenir infecções e melhorar a cicatrização
CO	Contexto	Ambiente clínico, incluindo hospitais, ambulatórios e tratamento domiciliar



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2025.

Os critérios de inclusão abrangeram publicações realizadas entre 2019 e 2024 e artigos relacionados diretamente ao tema estudado. Já os critérios de exclusão compreenderam textos incompletos, estudos que tratassem exclusivamente de nanopartículas de prata, artigos publicados antes de 2019 e literatura cinzenta.

Os descritores utilizados para a busca foram "prata", "curativo", "cicatrização" e "antimicrobianos", sem restrições de idioma. A estratégia de busca foi desenvolvida em três etapas consecutivas: (1) realização da busca inicial nas bases de dados selecionadas; (2) leitura dos descritores, resumos e títulos dos artigos encontrados; e (3) leitura integral dos artigos selecionados. Para combinar os descritores e refinar a pesquisa, utilizou-se o operador booleano AND.

Após a aplicação dos filtros de inclusão e exclusão, 58 artigos foram inicialmente selecionados pela leitura dos títulos e resumos. Posteriormente, os artigos que atenderam aos critérios estabelecidos foram lidos integralmente, totalizando 24 estudos analisados. Desses, 6 artigos foram incluídos na amostra final para compor esta revisão. As bases de dados utilizadas para a pesquisa foram PubMed, Web of Science, LILACS e SciELO.

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica, não foi necessária a submissão à aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa. Este estudo foi conduzido em conformidade com a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, assegurando os princípios éticos e a integridade no desenvolvimento da pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos selecionados permitiu identificar um conjunto robusto de vantagens e limitações relacionadas ao uso das nanopartículas de prata em curativos. Entre as vantagens, destaca-se a capacidade de as nanopartículas promoverem a entrega direcionada e controlada de medicamentos, reduzindo a toxicidade sistêmica e otimizando a eficácia terapêutica (Yao *et al.*, 2020). Essa propriedade é particularmente útil em aplicações médicas complexas, como o tratamento de feridas infectadas e na administração de medicamentos para locais específicos no corpo.

Outra vantagem importante é o aumento da biodisponibilidade de

medicamentos com baixa solubilidade. Estudos mostram que as nanopartículas de prata podem melhorar a absorção de fármacos, garantindo maior estabilidade e reduzindo a necessidade de doses frequentes, o que impacta diretamente a adesão ao tratamento e a redução de efeitos colaterais (Bhattacharya *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2020). Além disso, a versatilidade das nanopartículas de prata permite aplicações diversificadas, incluindo diagnósticos de doenças e desenvolvimento de tecnologias energéticas, devido às suas propriedades físico-químicas únicas (Hasen; Tuama, 2023).

No entanto, há desafios que limitam sua ampla aplicação clínica. A toxicidade potencial das nanopartículas para células humanas e a possibilidade de induzir respostas imunológicas adversas representam barreiras críticas para seu uso seguro (Schneider-Futschik; Reyes-Ortega, 2021). Além disso, o alto custo de produção e as dificuldades em garantir uniformidade e controle de qualidade em larga escala dificultam sua adoção em ambientes clínicos com recursos limitados (Liu *et al.*, 2020).

Outro obstáculo relevante é a ausência de regulamentação específica e normas de segurança para a aplicação de nanopartículas em produtos médicos. Isso impacta diretamente a aprovação regulatória, prolongando o tempo necessário para que novas formulações cheguem ao mercado (Yao *et al.*, 2020). Esses desafios destacam a necessidade de maior integração entre pesquisas acadêmicas e regulamentação governamental para superar as barreiras técnicas e econômicas associadas.

Por fim, o risco de resistência bacteriana ao uso da prata, embora menos explorado nos estudos analisados, é uma preocupação emergente que requer investigações adicionais. O uso indiscriminado de nanopartículas de prata pode levar ao desenvolvimento de microrganismos resistentes, o que reforça a necessidade de critérios claros para sua aplicação.

**Tabela 1.** Vantagens e limitações das nanopartículas de prata em curativos

Vantagens	Referência	Desvantagens	Referência
Entrega Direcionada e Controlada de Medicamentos: Nanopartículas permitem o transporte específico e controlado de medicamentos para locais-alvo, como em terapias de câncer,	Yao <i>et al.</i> , 2020.	Toxicidade Potencial e Reações Imunológicas: Algumas nanopartículas podem ser tóxicas para células humanas ou induzir respostas imunológicas adversas, o que limita sua aplicação segura em humanos.	Schneider-Futschik & Reyes-Ortega, 2021.



reduzindo a toxicidade sistêmica e melhorando a eficácia do tratamento.			
Aumento da biodisponibilidade: Nanopartículas melhoram a absorção de medicamentos no organismo, especialmente aqueles com baixa solubilidade, aumentando sua eficácia terapêutica	Bhattacharya et al., 2020.	Desafios na Produção em Escala: A produção de nanopartículas em larga escala com uniformidade e controle de qualidade é complexa e pode ser economicamente inviável.	Liu et al., 2020.
Melhoria da Biodisponibilidade e Estabilidade: As nanopartículas podem melhorar a estabilidade e biodisponibilidade dos medicamentos, ajudando a reduzir a dosagem necessária e os efeitos colaterais associados.	Liu et al., 2020.	Limitações na Manutenção de Eficácia: Em certos contextos, como o uso de nanopartículas magnéticas, a eficácia terapêutica pode ser difícil de manter após a remoção do campo magnético externo.	Schneider-Futschik & Reyes-Ortega, 2021.
Nanopartículas têm amplas aplicações, desde o diagnóstico de doenças até a melhoria de tecnologias de energia, devido às suas propriedades físico-químicas únicas.	Hasen & Tuama, 2023.	Regulamentação e Aprovação Restritivas: As nanopartículas ainda enfrentam obstáculos regulatórios devido à falta de normas específicas, o que dificulta sua aprovação para uso médico e comercial.	Yao et al., 2020.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste contexto, destaca-se a importância das nanopartículas de prata como agentes antimicrobianos no tratamento de feridas, evidenciando sua eficiência no controle de infecções, na aceleração da cicatrização e na promoção da regeneração tecidual. Os estudos analisados ressaltaram vantagens como o aumento da biodisponibilidade, a entrega direcionada de medicamentos e a redução de efeitos colaterais.

No entanto, desafios importantes foram identificados, incluindo a toxicidade potencial em concentrações elevadas, dificuldades regulatórias e o alto custo associado à produção em larga escala. Além disso, o risco de resistência bacteriana e as barreiras econômicas também limitam a aplicação ampla dessa tecnologia.



A escolha da forma de aplicação da prata — seja como nitrato de prata, sulfadiazina de prata ou nanopartículas — deve considerar o tipo de ferida, o perfil do paciente e possíveis efeitos adversos. O desenvolvimento de curativos com liberação controlada e novas tecnologias que integrem a prata com outros agentes antimicrobianos é uma estratégia promissora para superar essas limitações.

Em suma, sugere-se que futuras pesquisas aprofundem a avaliação de segurança, eficácia e regulamentação de diferentes formulações, bem como explorem combinações com outros agentes antimicrobianos. O desenvolvimento de curativos mais acessíveis e seguros contribuirá significativamente para a melhoria do tratamento de feridas e da qualidade de vida dos pacientes.

## REFERÊNCIAS

ARILLO, D. J.; MARX, D. E. Silver in medicine: a brief history BC 335 to present. *Surgical Infections*, v. 15, n. 3, p. 289-294, 2014.

BELLINGER, E. P. The use of silver nitrate in burns. *The American Journal of Nursing*, v. 70, n. 3, p. 548-550, 1970.

BHATTACHARYA, S. et al. Improved drug delivery using nanotechnology: A review. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 580, p. 119-134, 2020.

CARROLL, K. S. et al. The toxicity of silver to humans and its application to medical devices. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, v. 65, n. 3, p. 310-318, 2013.

FRANCO, C. F. Sulfadiazina de prata: uma revisão sobre o uso clínico e efeitos adversos. *Revista Brasileira de Queimaduras*, v. 7, n. 1, p. 22-27, 2008.

HASEN, J.; TUAMA, A. Applications of nanoparticles in medicine and energy technologies. *Nanomedicine Research*, v. 8, p. 12-25, 2023.

HILL, W. C. The history and use of silver nitrate. *The British Medical Journal*, v. 1, n. 3871, p. 282-284, 1935.

LIU, Y. et al. Nanotechnology-based approaches to overcoming drug resistance. *Advanced Drug Delivery Reviews*, v. 159, p. 119-136, 2020.

MEDICI, S. et al. Biomedical applications of silver nanoparticles: a perspective on their potential. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 20, n. 5, p. 1170, 2019.

MIRZAEI, M. et al. Antibacterial activity of silver nanoparticles against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, v. 8, n.



4, p. 519-524, 2016.

SCHNEIDER-FUTSCHIK, E. K.; REYES-ORTEGA, F. Nanoparticles as targeted drug delivery systems. *Journal of Nanobiotechnology*, v. 19, p. 45-56, 2021.

SILVER, S. Bacterial silver resistance: molecular biology and uses and misuses of silver compounds. *FEMS Microbiology Reviews*, v. 27, n. 2-3, p. 341-353, 2003.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

VIEIRA, A. P. et al. Antimicrobial activity of silver nanoparticles against *Candida albicans* and *Candida glabrata*. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, v. 13, n. 1, p. 480-486, 2013.

YAO, H. et al. Dynamics of the COVID-19 epidemic and the effectiveness of interventions: A model-based analysis. *Nature*, v. 586, n. 7828, p. 238-242, 2020.