

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA NA PERIODONTIA – UMA REVISÃO DE LITERATURA

Yasmin Feitosa Lopes Marques¹

Isabel Nunes Moreira¹

Lara Luísa Sousa Moreira¹

Mateus Miranda da Silva¹

Evelyn Borba Andrade¹

Mário Celso Teixeira Lopes¹

Henrique Carneiro Ferreira¹

Orlando Aguirre Guedes¹

Luciana Prado Maia Andraus¹

Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA¹

RESUMO

Introdução: As nanopartículas de prata (AgNPs) têm despertado crescente interesse devido às suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e regenerativas. Na Periodontia, seu potencial terapêutico é promissor para o manejo das doenças periodontais, especialmente diante da resistência microbiana e da necessidade de novas abordagens adjuvantes. **Objetivo:** Reunir, analisar criticamente e discutir as evidências científicas disponíveis sobre a aplicação das AgNPs na Periodontia, abordando métodos de síntese, mecanismos de ação, propriedades terapêuticas e limitações. **Método:** Revisão narrativa da literatura realizada na base PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e Google Scholar, abrangendo artigos publicados até agosto de 2025. Foram utilizados descritores controlados e não controlados (MeSH/DeCS) combinados por operadores booleanos, incluindo: periodontal disease, nanoparticles e silver. **Resultados:** As AgNPs podem ser sintetizadas por métodos biológicos, químicos e físicos, destacando-se aqueles de origem bacteriana e vegetal pela sustentabilidade e estabilidade das partículas. Estudos *in vitro* demonstram eficácia contra biofilmes periodontais e peri-implantares, bem como efeitos sinérgicos quando associadas a antimicrobianos convencionais. Além da ação bactericida, evidenciam propriedades anti-inflamatórias, analgésicas e de estímulo à regeneração tecidual, aumentando a angiogênese e a produção de colágeno. Entretanto, altas doses podem causar citotoxicidade, sendo estudadas estratégias para minimizar este efeito. **Conclusão:** As AgNPs apresentam potencial terapêutico relevante para a Periodontia; contudo, a ausência de protocolos clínicos padronizados e a necessidade de definição de concentrações seguras limitam sua aplicação. Estudos clínicos controlados são essenciais para validar sua eficácia e segurança antes da incorporação rotineira na prática periodontal.

Palavras-chave: Doenças periodontais; Gengivite; Nanopartículas.

INTRODUÇÃO

As doenças periodontais representam um dos principais desafios da saúde bucal, impactando significativamente a qualidade de vida e estando associadas a condições sistêmicas relevantes. Embora tratamentos convencionais apresentem eficácia comprovada, sua limitação frente à resistência microbiana e à necessidade de terapias adjuvantes mais eficazes impulsiona a busca por novas abordagens. As

nanopartículas de prata (AgNPs) têm se destacado por suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e regenerativas (Cheng *et al.*, 2024; Su *et al.*, 2024; Sirisha *et al.*, 2017), demonstrando potencial para melhorar o manejo clínico dessas enfermidades. No entanto, as evidências disponíveis permanecem dispersas e heterogêneas, exigindo uma análise crítica e integrada que subsidie futuras aplicações clínicas e o desenvolvimento de protocolos terapêuticos mais seguros e eficazes. O objetivo desse estudo foi reunir, analisar criticamente e discutir as evidências científicas disponíveis sobre o potencial de aplicação de nanopartículas de prata na Periodontia.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura. A busca por artigos foi realizada na base de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science e Google Scholar, abrangendo publicações até Agosto de 2025. Foram utilizados descritores controlados (MeSH/DeCS) combinados por operadores booleanos, incluindo: "periodontal disease", "nanoparticles" e "silver".

REVISÃO DE LITERATURA

Síntese de nanopartículas de prata

As nanopartículas de prata (AgNPs) podem ser obtidas por métodos biológicos, químicos e físicos, destacando-se os processos biológicos pela simplicidade, sustentabilidade e eficiência. Entre estes, a utilização de bactérias, como *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* e *Streptococcus thermophilus*, promove a redução de íons de prata com baixa geração de resíduos (El-Shanshoury, A.E.R.; Elsilik, S.E.; Ebeid, M.E., 2011). Fungos, como *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus* e *Fusarium oxysporum*, apresentam capacidade semelhante, estabilizando as partículas resultantes (Khan, T.; Yasmin, A.; Townley, H.E., 2020; Zomorodian *et al.*, 2016). Leveduras, incluindo *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida* sp. e *Meyerozyma guilliermondii*, além do efeito antimicrobiano, demonstram atividade antioxidante (Roy, K.; Sarkar, C.K.; Ghosh, C., 2014; Alamri *et al.*, 2018). Extratos vegetais, ricos em fitoquímicos, conferem maior estabilidade, biocompatibilidade e potencial antimicrobiano, sendo descritas espécies

como *Tithonia diversifolia*, *Hygrophila auriculata*, *Acalypha wilkesiana*, *Diospyros lotus*, *Polygonatum graminifolium*, *Tridax procumbens*, *Euphorbia umbellata* e *Ficus cordata* (Chopade, V.; Kamble, D.B., 2021; Dada *et al.*, 2018; Dada *et al.*, 2019; Kumar *et al.*, 2019; Marzuk *et al.*, 2019; Nayak, S.; Ghugare, P.; Vaidhun, B., 2021; Rawat, *et al.*, 2020; Yasmin *et al.*, 2020).

Propriedades antimicrobianas

A literatura tem recomendado o uso de AgNP para o controle da proliferação bacteriana, pelas suas excelentes propriedades bacteriostáticas e bactericidas, mostrando-se eficaz contra patógenos associados às doenças periodontais, como *F. nucleatum*, *P. gingivalis*, *P. intermedia* e *A. actinomycetemcomitens* (Sirisha *et al.*, 2017). AgNPs apresentaram efetividade contra todos os tipos de biofilmes em um estudo *in vitro* que avaliou amostras coletadas de indivíduos com e sem deficiências intelectuais e motoras, prevenindo sua formação e desestabilizando biofilmes maduros (Holguín-Meráz *et al.*, 2024). Outro estudo *in vitro* demonstrou efetividade contra patógenos periodontais e peri-implantares (Pérez-Tanoira *et al.*, 2022). Podem interagir com as membranas das células bacterianas, levando à ruptura, bem como interagir com componentes internos, como DNA, proteínas e enzimas, afetando a estrutura e funcionamento (Arif, R.; Uddin, R., 2020). A liberação gradual de íons de prata dificulta a produção de ATP e replicação do DNA pelas bactérias (Qais *et al.*, 2019). AgNPs também podem gerar espécies reativas de oxigênio que causam estresse oxidativo e danificam células bacterianas (Arif, R.; Uddin, R., 2020). Estudos *in vitro* mostraram ainda que, se usados em associação com antibióticos, otimizam a permeação destes nas células microbianas, aumentando a eficácia antibacteriana, de fármacos como Cefotaxima, Ceftazidima, Meropenem e Ciprofloxacino (Yin *et al.*, 2020).

Propriedades anti-inflamatórias e regenerativas

As AgNPs estimulam a atividade de fibroblastos, células endoteliais e queratinócitos; aumentam a produção de colágeno, essencial para regeneração tecidual e cicatrização de feridas, com efeito analgésico e anti-inflamatório agregados;

atenuam a inflamação, diminuindo citocinas pró-inflamatória como TNF- α , IL-6 e IL-1 β (Cheng *et al.*, 2024; Su *et al.*, 2024); aumentam a angiogênese, pela expressão do fator de crescimento endotelial vascular, facilitando a proliferação de novos vasos sanguíneos, e o transporte de oxigênio e nutrientes para o local da lesão (Naseer *et al.*, 2022; Bozorgi *et al.*, 2021).

Limitações

Em altas doses as AgNPs podem ser citotóxicas, ocasionando estresse oxidativo às células humanas. Ebselen, um composto orgânico sintético de selênio, possui propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes e citoprotetoras, e, se associado a AgNP, alivia a formação de espécies reativas de oxigênio, bem como a liberação de citocinas inflamatórias, otimizando a eficiência bactericida, até mesmo reduzindo a reabsorção óssea alveolar (Liang *et al.*, 2023).

CONCLUSÃO

As nanopartículas de prata apresentam potencial promissor na Periodontia, com efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios e regenerativos relevantes para o manejo das doenças periodontais. Contudo, a definição de concentrações seguras e protocolos clínicos padronizados ainda requer estudos adicionais, especialmente ensaios clínicos controlados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arif R, Uddin R. A review on recent developments in the biosynthesis of silver nanoparticles and its biomedical applications. *Med Devices Sens.* 2020;4:e10158.
2. Bozorgi A, Khazaei M, Soleimani M, Jamalpoor Z. Application of nanoparticles in bone tissue engineering; a review on the molecular mechanisms driving osteogenesis. *Biomater Sci.* 2021;9:4541–67. doi:10.1039/d1bm00504a.
3. Chopade V, Kamble DB. Application of green silver nanoparticles synthesized using leaf extract of *Tridax procumbens* for preparation of clinical antimicrobial bandages. *Int J Pharm Investig.* 2021;11:10–3.
4. Dada AO, Inyinbor AA, Idu EI, Bello OM, Oluyori AP, Adelani-Akande TA, et al. Effect of operational parameters, characterization and antibacterial studies of green synthesis of silver nanoparticles using *Tithonia diversifolia*. *PeerJ.* 2018;6:e5865. Doi:10.7717/peerj.5865.
5. Dada AO, Adekola FA, Dada FE, Adelani-Akande AT, Bello MO, Okonkwo CR, et al. Silver nanoparticle synthesis by *Acalypha wilkesiana* extract: phytochemical screening, characterization, influence of operational parameters, and preliminary antibacterial testing. *Heliyon.* 2019;5:e02517. doi:10.1016/j.heliyon.2019.e02517.

6. El-Shanshoury AER, Elsilk SE, Ebeid ME. Extracellular biosynthesis of silver nanoparticles using *Escherichia coli* ATCC 8739, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, and *Streptococcus thermophilus* ESh1 and their antimicrobial activities. *ISRN Nanotechnol.* 2011;2011:385480.
7. Holguín-Meráz C, Martínez-Martínez RD, Zaragoza-Contreras EA, Domínguez-Pérez RA, Reyes-López SY, Donohue-Cornejo A, et al. Antibacterial effect of silver nanoparticles against oral biofilms in subjects with motor and intellectual disabilities. *J Funct Biomater.* 2024;15(191). doi:10.3390/jfb15070191.
8. Khan T, Yasmin A, Townley HE. An evaluation of the activity of biologically synthesized silver nanoparticles against bacteria, fungi and mammalian cell lines. *Colloids Surf B Biointerfaces.* 2020;194:111156.
9. Kumar SA, Priyadarshini HS, Paramita AP, Samal P, Sakshi G, Kar BR, et al. Green synthesis and biochemical characterization of silver nanoparticles by using *Euphorbia umbellata* leaf extract and analysis of antimicrobial activity against plant pathogens. *GSC Biol Pharm Sci.* 2019;8:59–69.
10. Li J, Zhu Z, Liu F, Zhu B, Ma Y, Yan J, et al. DNA-mediated morphological control of silver nanoparticles. *Small.* 2016 Oct;12(39):5449–87. doi:10.1002/sml.2016011338.
11. Liang Y, Wang B, Wang W, Ge S, Yu Q, Shao J. Ebselen optimized the therapeutic effects of silver nanoparticles for periodontal treatment. *Int J Nanomedicine.* 2023;18:8113–30. doi:10.2147/IJN.S434579.
12. Marzuk AFT, Adnan H, Hussein NN, Oda AM, Kamil SA, Salah M. Green synthesis of silver nanoparticle by *Ficus cordata* leaf extract and study its antibacterial activity. *Orient J Chem.* 2019;35:1195–200.
13. Naseer F, Ahmed M, Majid A, Kamal W, Phull AR. Green nanoparticles as multifunctional nanomedicines: insights into anti-inflammatory effects, growth signaling and apoptosis mechanism in cancer. *Semin Cancer Biol.* 2022 Nov;86(Pt 2):310–24. doi:10.1016/j.semcancer.2022.07.003.
14. Nayak S, Ghugare P, Vaidhun B. Green-synthesis of silver nanoparticles by *Hygrophila auriculata* extract: innovative technique and comprehensive evaluation. *Indian J Pharm Educ Res.* 2021;55:s510–7.
15. Pérez-Tanoira R, Fernández-Arias M, Potel C, Carballo-Fernández R, Pérez-Castro S, Boutinguiza M, et al. Silver nanoparticles produced by laser ablation and re-irradiation are effective preventing peri-implantitis multispecies biofilm formation. *Int J Mol Sci.* 2022;23:2027. doi:10.3390/ijms231912027.
16. Qais FA, Shafiq A, Khan HM, Husain FM, Khan RA, Alenazi B, et al. Antibacterial effect of silver nanoparticles synthesized using *Murraya koenigii* (L.) against multidrug-resistant pathogens. *Bioinorg Chem Appl.* 2019;2019:4649506. doi:10.1155/2019/4649506.
17. Rawat V, Sharma A, Bhatt VP, Singh RP, Maurya IK. Sunlight mediated green synthesis of silver nanoparticles using *Polygonatum graminifolium* leaf extract and their antibacterial activity. *Mater Today Proc.* 2020;29:911–6.
18. Roy K, Sarkar CK, Ghosh C. Photocatalytic activity of biogenic silver nanoparticles synthesized using yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) extract. *Appl Nanosci.* 2014;5:953–9.
19. Sirisha P, Gayathri G, Dhoom S, Amulya K. Antimicrobial effect of silver nanoparticles synthesised with *Ocimum sanctum* leaf extract on periodontal pathogens. *J Oral Health Dent Sci.* 2017;1:106.
20. Su H, Chen Y, Jing X, Zhao X, Sun H, Liu Z, et al. Antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory nanoplateform for effective management of infected wounds. *Adv Healthc Mater.* 2024;13:2302868.
21. Yasmin S, Nouren S, Bhatti HN, Iqbal DN, Iftikhar S, Majeed J, et al. Green synthesis, characterization and photocatalytic applications of silver nanoparticles using *Diospyros lotus*. *Green Process Synth.* 2020;9:87–96.
22. Yin IX, Zhang J, Zhao IS, Mei ML, Li Q, Chu CH. The antibacterial mechanism of silver nanoparticles and its application in dentistry. *Int J Nanomedicine.* 2020;15:2555–62.