



Simpósio Integrado das Ciências Farmacêuticas

AVANÇOS QUE CONECTAM CIÊNCIA, CUIDADO E TECNOLOGIA

NANOPARTÍCULAS DE COBRE E FERRO COMO ESTRATÉGIA ANTIMICROBIANA PROMISSORA FRENTE À RESISTÊNCIA BACTERIANA

Camilla Bertoldo Cavalcanti¹; Hévellin Talia Sousa Lins¹; Amanda Vieira de Barros¹; Yasmin Carvalho da Rocha Wanderley¹; Natasha Maria Mendes Ferreira de Oliveira¹; Juliana Moraes Andrade de Lima¹ Maria Betânia Melo de Oliveira¹

¹Universidade Federal de Pernambuco, UFPE; Recife/PE

Email do autor principal: camilla.bertoldo@ufpe.br

INTRODUÇÃO: Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a resistência bacteriana é um dos maiores problemas da saúde pública mundial, sendo responsável por cerca de 1,27 milhão de mortes em 2019. Frente a isso, a utilização de nanopartículas com características antimicrobianas é considerada uma alternativa promissora, com destaque para as Nanopartículas Metálicas de Cobre (CuNPs) e de Óxido de Ferro (IONPs), que apresentam amplo espectro de ação contra bactérias, incluindo cepas multirresistentes. **OBJETIVOS:** Analisar o potencial de CuNPs e IONPs como estratégia antimicrobiana frente à resistência bacteriana, destacando mecanismos de ação, vantagens, aplicações e limitações. **MATERIAL E MÉTODOS:** Realizou-se uma revisão integrativa através da busca nas bases de dados da PubMed, ScienceDirect e MDPI, utilizando os descritores “copper nanoparticles”, “iron oxide nanoparticles”, “antimicrobial resistance” e “toxicity”. Incluíram-se revisões recentes (2021–2026) focadas na atividade antimicrobiana e nos mecanismos moleculares de CuNPs e de IONPs. Foram excluídos artigos sem relação direta, para preservar o foco temático. Ao final, 7 artigos compuseram a base da revisão, todos publicados em periódicos indexados e disponíveis em texto completo. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A análise da literatura recente demonstrou que tanto as CuNPs como as IONPs combatem a resistência bacteriana por múltiplos mecanismos simultâneos, reduzindo a chance de novas resistências. As CuNPs atuam pela liberação de íons Cu^{2+} , danificando diretamente proteínas bacterianas. Agem ainda por meio da reação semelhante à de Fenton, gerando radicais hidroxila altamente reativos, promovendo peroxidação lipídica, ruptura da membrana celular e dano ao DNA microbiano. Também foi descrito que sistemas híbridos podem potencializar a eficácia antimicrobiana em comparação às CuNPs sozinhas, permitindo a inibição de genes de resistência a antibióticos, disfunção nas bombas de efluxo e internalização dessas nanoestruturas na célula microbiana. As IONPs agem danificando a parede e a membrana celular via atração eletrostática entre a superfície positivamente carregada da nanopartícula e os grupos aniônicos da membrana, além do estresse oxidativo por Espécies Reativas de Oxigênio (ROS). A combinação com outros metais e modificações de superfície, tamanho e forma aprimoram seu efeito antibacteriano. Estudo com *Pseudomonas putida* apontou que nanopartículas menores possuem





maior relação área superficial/volume do que as grandes, resultando no aumento da produção de ROS. Além disso, tanto as CuNPs quanto as IONPs demonstram eficácia diferente entre bactérias Gram-negativas e Gram-positivas, sendo mais eficazes contra bactérias Gram-negativas, cuja membrana rica em lipopolissacarídeos favorece a atração eletrostática, achado clinicamente relevante por concentrar a maioria dos patógenos multirresistentes. Apesar das vantagens desses nanomateriais, existem limitações, como seu potencial citotóxico em células de mamíferos, os riscos ecológicos e a ausência de protocolos de segurança padronizados, reforçando a necessidade de estudos mais robustos que assegurem a sua segurança e eficácia.

CONCLUSÃO: Portanto, CuNPs e IONPs constituem uma alternativa viável no combate à resistência bacteriana. Contudo, é indispensável aprofundar estudos sobre a toxicidade dessas nanoestruturas em células humanas e no meio ambiente. Assim, esta revisão corrobora o potencial das nanopartículas como ferramenta estratégica e inovadora diante deste desafio sanitário.

PALAVRAS-CHAVE: Nanomateriais, Antimicrobianos, Mecanismos de Ação.

ÁREA TEMÁTICA: Ciências Básicas em Saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

PELLOSI, D. S. *et al.* Harnessing copper nanoparticles for antimicrobial applications: advances and challenges. **Antibiotics**, v. 14, n. 11, eloc-id 1170, 2025. DOI: 10.3390/antibiotics14111170. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6382/14/11/1170>. Acesso em: 8 jul. 2026.

RAMOS-ZÚÑIGA, J.; BRUNA, N.; PÉREZ-DONOSO, J. M. Toxicity mechanisms of copper nanoparticles and copper surfaces on bacterial cells and viruses. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 13, eloc-id 10503, 2023. DOI: 10.3390/ijms241310503. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10342035/>. Acesso em: 8 jul. 2026.

ZHANG, T-G.; MIAO, C-Y. Iron oxide nanoparticles as promising antibacterial agents of new generation. **Nanomaterials**, v. 14, n. 15, eloc-id 1311, 2024. DOI: 10.3390/nano14151311. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11314400/>. Acesso em: 8 jul. 2026.

SABA, I. *et al.* Exploration of metal-doped iron oxide nanoparticles as an antimicrobial agent: a comprehensive review. **Cureus**, v. 16, n. 9, eloc-id e69556, 2024. DOI: 10.7759/cureus.69556. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11484742/>. Acesso em: 8 jul. 2026.

EZEALIGO, U. S.; EZEALIGO, B. N.; AISIDA, S. O.; EZEMA, F. I. Iron oxide nanoparticles in biological systems: antibacterial and toxicology perspective. **JCIS Open**, v. 4, eloc-id 100027, 2021. DOI: 10.1016/j.jciso.2021.100027. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jciso.2021.100027>. Acesso em: 8 jul. 2026.



