



Eixo temático: Inovações Biotecnológicas em Saúde

NANOTECNOLOGIA APLICADA À ENTREGA DE FÁRMACOS

Beatriz De Aguiar Lima¹; Laíse Fontes Santos Vieira² e Ilton Palmeira Silva³

INTRODUÇÃO

A nanotecnologia tem revolucionado a farmacologia moderna ao possibilitar sistemas inteligentes de liberação controlada e direcionada de fármacos, representando um dos campos mais promissores da biotecnologia contemporânea. Diferentemente das formulações convencionais, as nanopartículas permitem maior biodisponibilidade, redução da toxicidade sistêmica e administração em doses menores (ZHANG et al., 2021; SINGH; MEHTA, 2022). Tais características ampliam o índice terapêutico e minimizam efeitos colaterais, sobretudo em doenças que exigem terapias prolongadas e de alta especificidade.

Essa abordagem é especialmente relevante em patologias de elevada complexidade clínica, como câncer, doenças cardiovasculares, distúrbios neurológicos e infecções resistentes, nas quais os tratamentos tradicionais enfrentam limitações de seletividade e eficácia (PATRA et al., 2020). Além disso, a aplicação da nanotecnologia no campo farmacêutico tem impulsionado o desenvolvimento da medicina personalizada, na qual o tratamento é ajustado conforme o perfil molecular e genético do paciente.

Apesar dos avanços, desafios significativos persistem. Questões relacionadas à biocompatibilidade, estabilidade in vivo, toxicocinética, imunogenicidade e escalabilidade de produção ainda limitam a aplicação clínica em larga escala (KUMAR; YADAV, 2023). Tais barreiras exigem abordagens multidisciplinares que integrem conhecimentos da biologia molecular, química, engenharia de materiais e regulação sanitária.

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Biomedicina do Centro Universitário do Rio São Francisco (UNIRIOS) aguiarbeatriz24218@icloud.com

² Discente do Curso de Bacharelado em Biomedicina do Centro Universitário do Rio São Francisco (UNIRIOS)

³ Doutor em Bioquímica e Fisiologia Humana - UFPE, Docente do Curso de Bacharelado em Biomedicina do UNIRIOS. ilton.silva@unirios.edu.br



OBJETIVO

Avaliar criticamente os avanços recentes na aplicação da nanotecnologia como estratégia de entrega de fármacos, com foco em formulações de nanopartículas lipídicas e poliméricas, bem como discutir suas implicações clínicas, translacionais e regulatórias.

METODOLOGIA

Realizou-se uma revisão integrativa da literatura, conforme as recomendações metodológicas de Whittemore e Knafl (2005). As buscas foram conduzidas em junho de 2024 nas bases PubMed, Scopus e Web of Science, utilizando os Descritores em Ciências da Saúde MeSH/DeCS “nanotechnology”, “drug delivery systems”, “nanoparticles” e “clinical translation”.

Foram incluídos artigos publicados entre 2019 e 2024, em inglês ou português, que abordassem aplicações clínicas ou pré-clínicas de nanopartículas para entrega de fármacos. Excluíram-se estudos de revisão narrativa e aqueles sem resultados experimentais relevantes. Após triagem inicial de 187 estudos, 42 atenderam aos critérios de inclusão e foram analisados integralmente. A análise dos dados ocorreu por meio de leitura crítica e categorização temática dos resultados, conforme as variáveis: tipo de nanopartícula, via de administração, aplicação terapêutica e resultados clínicos observados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados indicam que a nanotecnologia farmacêutica tem avançado de forma significativa nos últimos cinco anos, consolidando-se como um eixo central da inovação terapêutica. Nanopartículas lipídicas sólidas, lipossomas e nanocarreadores híbridos são amplamente estudados por apresentarem elevada estabilidade, baixa citotoxicidade e potencial de encapsular compostos hidrofílicos e lipofílicos (ZHANG et al., 2021).

A tecnologia mRNA-lipídica, utilizada com sucesso nas vacinas contra a COVID-19, exemplifica o potencial clínico dessa abordagem ao proporcionar estabilidade molecular e eficiente internalização celular (PARDI et al., 2021). Paralelamente, nanopartículas poliméricas



— como as baseadas em PLGA, quitosana e PEG — destacam-se pela versatilidade estrutural e possibilidade de modificação superficial, permitindo direcionamento ativo a receptores celulares específicos (SINGH; MEHTA, 2022).

Estudos em oncologia evidenciam aumento da eficácia terapêutica e redução dos efeitos adversos quando fármacos quimioterápicos são encapsulados em nanopartículas funcionalizadas para reconhecimento de receptores tumorais, como HER2 e folato (ZHANG et al., 2021). Em contrapartida, os desafios permanecem relacionados à imunogenicidade, padronização de processos produtivos, custos de escalonamento industrial e aprovação regulatória, dificultando sua incorporação rotineira na prática clínica (KUMAR; YADAV, 2023).

Além disso, a literatura destaca o papel crescente da nanotoxicologia, área responsável por investigar a interação das nanopartículas com sistemas biológicos. Estudos recentes demonstram que o tamanho, a carga superficial e o tipo de revestimento influenciam diretamente a biocompatibilidade e o destino metabólico dessas estruturas (WU; CHEN, 2024). Assim, a validação clínica requer protocolos rigorosos de avaliação pré-clínica e acompanhamento a longo prazo.

Outro ponto relevante refere-se às perspectivas regulatórias e éticas. As agências internacionais, como FDA e EMA, têm intensificado o debate sobre normas específicas para nanofármacos, considerando que seus mecanismos de ação e perfis de segurança diferem substancialmente dos medicamentos convencionais (KUMAR; YADAV, 2023). Essa questão se torna ainda mais crítica em países em desenvolvimento, onde a infraestrutura para controle de qualidade e testes clínicos ainda é limitada.

Diante desse cenário, a nanotecnologia aplicada à entrega de fármacos configura-se como um campo em transição entre a pesquisa experimental e a consolidação clínica, exigindo integração entre universidades, indústria farmacêutica e órgãos reguladores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nanotecnologia aplicada à entrega de fármacos representa uma estratégia promissora para a medicina personalizada e a farmacoterapia de precisão. Os avanços recentes comprovam seu impacto clínico, sobretudo em vacinas e terapias oncológicas, mas persistem limitações



relacionadas à segurança a longo prazo, escalabilidade e custo. A literatura atual (ZHANG et al., 2021; KUMAR; YADAV, 2023; WU; CHEN, 2024) confirma que, embora já existam aplicações clínicas consolidadas, a plena integração dessa tecnologia na prática médica dependerá da superação de barreiras técnicas, regulatórias e econômicas.

PALAVRAS-CHAVE

Nanotecnologia. Sistemas de Liberação de Fármacos. Nanopartículas. Farmacologia. Medicina Personalizada.

REFERÊNCIAS

KUMAR, R.; YADAV, A. Advances and challenges in nanomedicine: A regulatory perspective. **Journal of Controlled Release**, v. 350, p. 456-468, 2023.

PATRA, J. K. et al. Nano based drug delivery systems: recent developments and future prospects. **Journal of Nanobiotechnology**, v. 18, p. 25-45, 2020.

PARDI, N. et al. mRNA vaccines — a new era in vaccinology. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 20, p. 261-279, 2021.

SINGH, S.; MEHTA, N. Polymeric nanoparticles in targeted drug delivery: recent developments. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 628, p. 121-132, 2022.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005.

WU, L.; CHEN, X. Translational challenges in nanomedicine: from bench to bedside. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 205, p. 114-129, 2024.

ZHANG, Y. et al. Lipid-based nanoparticles for cancer therapy: mechanisms and clinical potential. **ACS Nano**, v. 15, p. 12345-12367, 2021.