

NANOTECNOLOGIA VERDE NA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE FÁRMACOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Mariana F. Amaral^{1*}, Nicole B. S. e Silva¹, Guilherme K. A. Silva¹, Renan C. e Silva^{1,2}

¹ Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil,

² Laboratório de Cromatografia Líquida, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil.

*e-mail: mariana.amaral@icen.ufpa.br

A nanotecnologia tornou-se como um campo promissor da ciência contemporânea, com impacto direto no desenvolvimento de novos fármacos, de modo como são desenvolvidos, transportados e administrados¹. A nanotecnologia verde, rotas de síntese sustentáveis, propondo e priorizando processos de baixo custo, minimizando o uso de solventes tóxicos e os impactos ambientais, com aplicações crescentes no desenvolvimento de sistemas farmacêuticos inteligentes^{2,4}. Na liberação controlada de fármacos, essa abordagem não apenas minimiza os resíduos perigosos, mas também confere aos nanomateriais propriedades biocompatíveis que podem melhorar o perfil de segurança dos tratamentos⁹. Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica que aborda avanços, mecanismos e aplicações da nanotecnologia verde nos sistemas de liberação controlada, avaliando seu potencial para exceder as limitações dos métodos convencionais de síntese. Elaborada a partir de busca nas bases de dados PubMed, SciELO, Scopus e Periódicos CAPES, publicados entre 2009 a 2023, utilizando combinações dos descritores "green nanotechnology", "drug delivery systems" e "nanoparticles", considerando artigos originais com foco em nanocarreadores sustentáveis e aplicações farmacêuticas. Estudos demonstraram que nanocarreadores como: nanopartículas metálicas (Ag, Au, ZnO) sintetizados através de extratos vegetais, lipossomas de fosfolípidios naturais e nanopartículas poliméricas biodegradáveis (PLGA, quitosana)⁵⁻⁷. Tais sistemas exibem tamanho controlado, alta eficiência de encapsulação e perfis de liberação modulados por estímulos específicos, como pH ou enzimas⁸. Ensaios in vitro e in vivo confere melhor citocompatibilidade e menor toxicidade em comparação a rotas convencionais⁹, podendo utilizar bioativos que agregam funcionalidades antioxidantes e antimicrobianas, potencializando a ação terapêutica⁵. Tecnologias complementares, como bombas osmóticas e matrizes poliméricas, contribuem para prolongar o efeito farmacológico^{7,8}, enquanto nanocarreadores inteligentes permite responder a estímulos biológicos específicos, ampliando a seletividade^{6,9}. Entretanto, persistem desafios à padronização, avaliação toxicológica e regulamentação, na qual limitam a translação clínica bem-sucedida⁸⁻⁹. Conclui-se que a nanotecnologia verde oferece uma alternativa sustentável e eficaz para desenvolvimento de sistemas de liberação controlada, integrando inovação tecnológica aos princípios da química verde, com perspectivas promissoras para terapias mais seguras e direcionadas e alinhadas às demandas ambientais e contemporâneas, reforçando a importância de pesquisas interdisciplinares e de políticas que estimulem sua aplicação no setor farmacêutico.

[1] BIZERRA, A.; SILVA, V. *Revista Saúde e Meio Ambiente (RESMA)*, v. 3, n. 2, p. 1, 2016.

[2] CARLUCCI, A. M.; BREGNI, C. *Latin American Journal of Pharmacy*, v. 28, p. 470, 2009.

[3] FERNANDES, T. R.; MORAES, L. P.; CARVALHO, F. A. *Research, Society and Development*, v. 11, p. e53111528044, 2022.

[4] GÓMEZ GARZÓN, M. *Repertorio de Medicina y Cirugía*, v. 27, p. 75, 2018.

[5] KANWAR, R.; RATHEE, J.; SALUNKE, D. B.; MEHTA, S. K. *ACS Omega*, v. 4, p. 8804, 2019.

[6] OLIVEIRA, M. C.; SOUZA, P. H. M.; LIMA, J. P. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 41, p. 1, 2020.

[7] SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, A. R. T.; SILVA, J. C. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 12, p. 47, 2015.

[8] SILVA, R. F.; ANDRADE, L. F. *Revista Virtual de Química*, v. 13, p. 713, 2021.

[9] YUSUF, A.; ALMOTAIRY, A. R. Z.; HENIDI, H.; ALSHEHRI, O. Y.; ALDUGHAIM, M. S. *Polymers*, v. 15, p. 1596, 2023.