Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

NANOTECNOLOGIA EM TRATAMENTOS ONCOLÓGICOS: USO DE NANOPARTÍCULAS PARA DIRECCIONAR MEDICAMENTOS QUIMIOTERÁPICOS DIRETAMENTE ÀS CÉLULAS CANCERÍGENAS

NANOTECHNOLOGY IN ONCOLOGICAL TREATMENTS: USE OF NANOPARTICLES TO DIRECT CHEMOTHERAPEUTIC DRUGS DIRECTLY TO CANCER CELLS

Carlos Alexandre de Sousa Santos
Graduando em Enfermagem ITEC
carloos.alexandreenf@gmail.com

Lídia da Silva Caetano
Graduando em Enfermagem ITEC
lidiasantos508@gmail.com

Maria Eduarda Moraes Araújo
Graduando em Enfermagem ITEC
maria.eduarda@itec.edu.br

Patricia Maria Muniz Ferreira
Graduando em Enfermagem ITEC
patricia.maria@itec.edu.br

André Vieira Diniz
Graduando em Enfermagem UNINASSAU
andre.vieira.edu@gmail.com

Angela Carolina M. Alves Simões
Graduada em Enfermagem UNIFIP
angelacsimooes@gmail.com

Victor Vinicius Lins Nunes
profviiciusnunes@gmail.com

Recebido: 15/07/2025 – Aceito: 30/07/2025

RESUMO

Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o uso da nanotecnologia em tratamentos oncológicos, com foco na utilização de nanopartículas para direcionar medicamentos quimioterápicos diretamente às células cancerígenas. A nanotecnologia aplicada à oncologia tem demonstrado ser uma abordagem

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

promissora para aumentar a eficácia dos tratamentos e reduzir os efeitos colaterais associados à quimioterapia tradicional. O objetivo é resumir o conhecimento atual sobre a aplicação de nanopartículas na oncologia, discutindo os benefícios, desafios e perspectivas futuras dessa tecnologia. Embora os avanços sejam encorajadores, existem obstáculos a serem superados, como questões de biocompatibilidade e produção em larga escala. Esta revisão de literatura visa contribuir para a compreensão do potencial e das limitações da nanotecnologia no tratamento do câncer, fornecendo uma base teórica para futuras pesquisas e inovações clínicas nesta área.

Palavras - Chave: Nanotecnologia, Quimioterapia, Câncer.

ABSTRACT

This article presents a literature review on the use of nanotechnology in oncological treatments, focusing on the use of nanoparticles to target chemotherapeutic drugs directly to cancer cells. Nanotechnology applied to oncology has shown to be a promising approach to increase the efficacy of treatments and reduce the side effects associated with traditional chemotherapy. The objective is to summarize the current knowledge on the application of nanoparticles in oncology, discussing the benefits, challenges and future perspectives of this technology. Although advances are encouraging, there are obstacles to be overcome, such as issues of biocompatibility and large-scale production. This literature review aims to contribute to the understanding of the potential and limitations of nanotechnology in cancer treatment, providing a theoretical basis for future research and clinical innovations in this field.

Key words: Nanotechnology, Chemotherapy, Cancer.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

1. INTRODUÇÃO

O câncer é uma das principais causas de morte no mundo, e os tratamentos convencionais, como a quimioterapia, ainda enfrentam grandes desafios relacionados à sua eficácia e toxicidade. Embora a quimioterapia seja amplamente utilizada para destruir células tumorais, ela não distingue entre células cancerígenas e saudáveis, o que frequentemente resulta em efeitos colaterais graves e prejudiciais à qualidade de vida dos pacientes. Nesse cenário, a busca por alternativas que possam melhorar a especificidade e a eficiência dos tratamentos oncológicos tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias inovadoras, como a nanotecnologia.

A nanotecnologia, aplicada à medicina, tem possibilitado o surgimento de terapias mais direcionadas e eficazes. No campo da oncologia, a utilização de nanopartículas como sistemas de entrega de medicamentos oferece uma solução promissora para minimizar os danos colaterais e aumentar a precisão da quimioterapia. Essas nanopartículas podem ser projetadas para transportar e liberar fármacos diretamente nas células cancerígenas, reduzindo a exposição dos tecidos saudáveis. Dessa forma, o uso de nanopartículas na oncologia desponta como uma abordagem revolucionária, com o potencial de transformar os tratamentos tradicionais e oferecer novas esperanças no combate ao câncer.

Os avanços tecnológicos das últimas décadas levaram ao desenvolvimento de abordagens terapêuticas na medicina em uma nova escala de aplicações moleculares nanométricas, permitindo o estabelecimento de novas terapias, como a nanoterapia. O uso de nanopartículas implica em inúmeras oportunidades, mas também apresenta grandes desafios para aplicação humana. Essa utilização requer uma compreensão minuciosa da biocompatibilidade e da farmacodinâmica das moléculas (LOPES; TORRES, 2019).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

As aplicações da nanotecnologia em diversas áreas, especialmente na saúde, estão se tornando cada vez mais comuns, e o processo de substituição de medicamentos tradicionais já começou. A nanotecnologia consiste em manipular a matéria em escala nanométrica para criar estruturas com uma organização molecular diferenciada. Essa tecnologia permite, por exemplo, montar uma molécula na forma desejada, utilizando átomos como peças fundamentais. As nanoestruturas podem ser empregadas para carregar fármacos que combatem o câncer, doenças infecciosas e parasitárias, além de atuar como agentes de diagnóstico (FREITAS; LIMA; ARÇARI, 2012). Essa ampla utilização tem causado um impacto profundo em diversas áreas da saúde e da investigação científica. Na oncologia, em particular, a nanotecnologia tem proporcionado um rápido avanço na chamada nano-oncologia, levantando novas possibilidades para o diagnóstico e o tratamento do câncer (MOREIRA, 2013).

1.1 OBJETIVOS

- Investigar a eficácia do uso de nanopartículas na entrega direcionada de medicamentos quimioterápicos a células cancerígenas, reduzindo os danos aos tecidos saudáveis.
- Analisar os desafios relacionados à biocompatibilidade e produção em larga escala de nanopartículas para aplicação em tratamentos oncológicos.
- Avaliar o impacto da nanotecnologia na redução de efeitos colaterais associados à quimioterapia tradicional, melhorando a qualidade de vida dos pacientes.
- Explorar as possibilidades de desenvolvimento de novas terapias oncológicas baseadas em nanoestruturas, incluindo sua aplicação no diagnóstico e tratamento do câncer.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

2. REVISÃO DA LITERATURA

O surgimento da nanociência e da nanotecnologia é frequentemente associado ao cientista Richard Feynman, que em 1959 apresentou a palestra “There is plenty of room at the bottom”, reconhecida como um marco inicial no campo (TONET; LEONEL, 2019). Contudo, o termo “nanotecnologia” só foi introduzido em 1974 por Norio Taniguchi, com seu artigo “On the Basic Concept of Nanotechnology” (SCHULZ, 2013).

A nanotecnologia caracteriza-se por sua multidisciplinaridade, integrando diversas áreas científicas na busca de novos materiais e produtos, com destaque para os nanorrobôs, capazes de revolucionar tratamentos oncológicos ao direcionar medicamentos apenas para células malignas, reduzindo efeitos colaterais (HEALTH, DAVES, HOOD, 2009). Um exemplo promissor é o trabalho liderado pelo professor Andris Bakuzis na UFG, que desenvolveu nanopartículas magnéticas teranósticas para diagnóstico e tratamento de câncer (SATURNO, 2018). Além disso, já existem medicamentos baseados em nanocarreadores, como lipossomas e nanopartículas lipídicas, que melhoram a eficácia de terapias contra tumores sólidos (LASIC, 1998).

O câncer, uma doença antiga com origem no termo latino "cancer" (caranguejo), é um dos principais problemas de saúde pública global, responsável por 18 milhões de novos casos e 9,6 milhões de óbitos em 2018 (SCHILITHZ et al., 2019). A doença resulta de alterações genéticas que descontrolam a divisão celular, podendo formar tumores benignos ou malignos, estes últimos com capacidade invasiva e de metástase (SANT’ANA; THULER; REZENDE, 2011).

No Brasil, a estimativa para 2020-2022 aponta 625 mil novos casos anuais, com prevalência de cânceres de pele não melanoma, mama, próstata, e pulmão. Há diferenças regionais significativas: enquanto cânceres de próstata e mama predominam no Sudeste, no Norte e Nordeste, cânceres de colo do útero e estômago têm maior impacto (SCHILITHZ et al., 2019).

A nanotecnologia tem se mostrado essencial no avanço das terapias oncológicas. Nanossistemas permitem a entrega direcionada de fármacos a tumores, utilizando mecanismos de vetorização passiva, como o efeito EPR, ou ativa, que usa ligantes

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

específicos para células tumorais. Essa abordagem reduz efeitos colaterais e aumenta a eficácia do tratamento (KHAWAR; KIM; KUH, 2015). Já existem medicamentos aprovados que utilizam vetorização ativa, como anticorpos monoclonais que interagem com receptores tumorais (MOREIRA, 2013).

Combinando vetorização passiva e ativa, nanocarreadores tornam-se ferramentas promissoras na pesquisa oncológica, oferecendo tratamentos mais precisos e eficazes. Estudos pré-clínicos avançam na validação de novas terapias, consolidando a nanotecnologia como peça-chave na oncologia moderna (BROCHADO, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A nanotecnologia tem se consolidado como um campo multidisciplinar promissor, especialmente na oncologia, devido à sua capacidade de revolucionar diagnósticos e tratamentos. Estudos destacam que os nanossistemas apresentam benefícios significativos na entrega direcionada de fármacos, superando limitações das terapias convencionais. Um dos avanços mais relevantes é a utilização de nanopartículas para vetorização ativa e passiva, que demonstram alta eficácia em atingir células tumorais com menor toxicidade sistêmica.

Os resultados descritos por Bakuzis et al. na UFG exemplificam a aplicabilidade prática das nanopartículas magnéticas teranósticas. Esses nanomateriais combinam funções terapêuticas e diagnósticas, possibilitando tratamentos mais precisos e a visualização da resposta do tumor em tempo real. Estudos clínicos preliminares indicam que essa abordagem reduz significativamente os efeitos adversos comuns em terapias como quimioterapia sistêmica, ao mesmo tempo em que aumenta a eficácia no combate às células malignas.

Outro marco é o desenvolvimento de fármacos baseados em nanocarreadores, como os lipossomas, já presentes no mercado farmacêutico, e as nanopartículas lipídicas, que estão em fases avançadas de pesquisa. Essas tecnologias, ao explorarem o efeito de permeabilidade e retenção aumentada (EPR), maximizam a concentração do fármaco no local do tumor, minimizando danos às células saudáveis.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

O papel da nanotecnologia no tratamento do câncer ganha ainda mais relevância no contexto das disparidades regionais de incidência da doença no Brasil. No Norte e Nordeste, por exemplo, a alta prevalência de cânceres de colo do útero e estômago destaca a importância de tecnologias acessíveis que melhorem tanto o diagnóstico precoce quanto o tratamento. Nesse cenário, a utilização de nanossistemas pode representar uma solução viável para ampliar a eficácia das terapias, especialmente em regiões com recursos limitados.

Apesar dos avanços, desafios ainda existem, incluindo a necessidade de maior padronização nos processos de fabricação de nanopartículas e a realização de estudos clínicos robustos que confirmem sua segurança e eficácia a longo prazo. Além disso, o alto custo inicial associado ao desenvolvimento de terapias baseadas em nanotecnologia pode limitar sua implementação em países em desenvolvimento.

Portanto, os resultados discutidos reforçam o potencial da nanotecnologia como uma ferramenta essencial no enfrentamento do câncer. No entanto, investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento e políticas públicas serão fundamentais para tornar essas soluções acessíveis à população, especialmente em países com desigualdades regionais acentuadas, como o Brasil.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nanotecnologia tem se consolidado como um campo multidisciplinar promissor, especialmente na oncologia, devido à sua capacidade de revolucionar diagnósticos e tratamentos. Estudos destacam que os nanossistemas apresentam benefícios significativos na entrega direcionada de fármacos, superando limitações das terapias convencionais. Um dos avanços mais relevantes é a utilização de nanopartículas para vetorização ativa e passiva, que demonstram alta eficácia em atingir células tumorais com menor toxicidade sistêmica.

Os resultados descritos por Bakuzis et al. na UFG exemplificam a aplicabilidade prática das nanopartículas magnéticas teranósticas. Esses nanomateriais combinam funções terapêuticas e diagnósticas, possibilitando tratamentos mais precisos e a visualização da resposta do tumor em tempo real. Estudos clínicos preliminares indicam que essa abordagem reduz significativamente os efeitos adversos comuns

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

em terapias como quimioterapia sistêmica, ao mesmo tempo em que aumenta a eficácia no combate às células malignas.

Outro marco é o desenvolvimento de fármacos baseados em nanocarreadores, como os lipossomas, já presentes no mercado farmacêutico, e as nanopartículas lipídicas, que estão em fases avançadas de pesquisa. Essas tecnologias, ao explorarem o efeito de permeabilidade e retenção aumentada (EPR), maximizam a concentração do fármaco no local do tumor, minimizando danos às células saudáveis.

O papel da nanotecnologia no tratamento do câncer ganha ainda mais relevância no contexto das disparidades regionais de incidência da doença no Brasil. No Norte e Nordeste, por exemplo, a alta prevalência de cânceres de colo do útero e estômago destaca a importância de tecnologias acessíveis que melhorem tanto o diagnóstico precoce quanto o tratamento. Nesse cenário, a utilização de nanossistemas pode representar uma solução viável para ampliar a eficácia das terapias, especialmente em regiões com recursos limitados.

Apesar dos avanços, desafios ainda existem, incluindo a necessidade de maior padronização nos processos de fabricação de nanopartículas e a realização de estudos clínicos robustos que confirmem sua segurança e eficácia a longo prazo. Além disso, o alto custo inicial associado ao desenvolvimento de terapias baseadas em nanotecnologia pode limitar sua implementação em países em desenvolvimento.

Portanto, os resultados discutidos reforçam o potencial da nanotecnologia como uma ferramenta essencial no enfrentamento do câncer. No entanto, investimentos contínuos em pesquisa, desenvolvimento e políticas públicas serão fundamentais para tornar essas soluções acessíveis à população, especialmente em países com desigualdades regionais acentuadas, como o Brasil.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.14, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

REFERÊNCIAS

Ahmad, T., Sarwar, R., Iqbal, A., Bashir, U., Farooq, U., Halim, S. A., Khan, A. & Harrasi, A. L. (2020). **Recent Advances in Combinatorial Cancer Therapy Via Multifunctionalized Gold Nanoparticles.** Nanomedicine, 15 (12), 1221-1237.

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Cartilha sobre nanotecnologia**. Campinas: Unicamp/Funcamp. 2010.

BROCHADO, P.M.D.S.C. **Nanotecnologia e a sua aplicação à terapêutica oncológica. Dissertação.** Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias – Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde 58 VI. Lisboa, 2013

Bhatia, S. (2016). **Nanoparticles Types, Classification, Characterization, Fabrication Methods and Drug Delivery Applications. In Bhatia, S. Natural Polymer Drug Delivery Systems:** nanoparticles, plants, and algae (pp. 33-93). Springer

Cancino, J., Marangoni, V. S. & Zucolotto, V. (2014). **Nanotechnology in medicine:** concepts and concerns. Química Nova, 37 (3), 521-526.

Estanqueiro, M., Amaral, M. H., Conceição, J. & Lobo, J. M. S. (2015). **Nanotechnological carriers for cancer chemotherapy:** the state of the art. Colloids And Surfaces B: Biointerfaces, 126, 631-648.

FREITAS F. J. ; LIMA A. A; ARÇARI DP. **Nanotecnologia Empregada no Tratamento do Cancêr. Monografia.** Centro Universitário Amparense – UNIFIA, 2012.

HEALTH , J; DAVES, M; HOOD, L. **Nanomedicina no tratamento do câncer.** Scientific American Brasil, São Paulo, n.82, p.42-49. 2009.

HOBBS SK, MONSKY WL, YUAN F, ROBERTS WG, GRIFFITH L, TORCHILIN VP, et al. **Regulation of transport pathways in tumor vessels: role of tumor type and microenviroment.** Proc Natl Acad Sci U S A; v 95(8), p 4607-12, 1998.

Instituto Nacional de Câncer (INCA) 2007.> Disponível em:https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/abc_do_cancer.pdf.> Acessado em: 12/10/2024.

Joudeh, N. & Linke, D. (2022). **Nanoparticle classification, physicochemical properties, characterization, and applications:** a comprehensive review for biologists. Journal Of Nanobiotechnology, 20 (1), 1-29.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

KHAWAR, I.A; KIM, J.H; KUH, H.J. **Improving drug delivery to solid tumors:** priming the tumor microenvironment. J Control Release. 2015;201:78-89. Review, 2015.

LASIC, D.D. **Novel application of liposomes.** Trends Biotechnol., Amsterdam, v.16, p.307-321, 1998.

LOPES J.C; TORRES M.L.P. **Utilização de Nanopartículas no Tratamento do Câncer: Aspectos Gerais, Mecanismos de Ação Antineoplásicos e Aplicabilidades Tumorais.** Revista Brasileira de Cancerologia; 65(4): e-13400, 2019.

MOREIRA, J.R.L. **A Nanotecnologia na Liberação Controlada de Fármacos no Tratamento do Câncer de Mama.** Monografia. Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

Najahi-Missaoui, W., Arnold, R. D. & Cummings, B. S. (2020). **Safe Nanoparticles:** are we there yet?. International Journal Of Molecular Sciences, 22 (1), 385-406.

Pérez-Herrero, E. & Fernández-Medarde, A. (2015). **Advanced targeted therapies in cancer: drug nanocarriers, the future of chemotherapy.** European Journal Of Pharmaceutics And Biopharmaceutics, 93, 52-79.

SANT'ANA, D.R; THULER, L.C.S; REZENDE, M.C.R. **ABC do Câncer:** Abordagens Básicas para o Controle de Câncer. Instituto Nacional de Câncer (INCA), Rio de Janeiro, 2011.

SATURNO, A. **5 Invenções da nanotecnologia**. Intérprete: Joyce Macedo. Roteiro: Ares Saturno. [S. l.]: Canal Tech, 2018. Disponível em: >https://canaltech.com.br/video/top-tech/5-invencoes-da-nanotecnologia-9866/. < Acesso em: 01/10/2024

SCHILITHS, A.O.C; et al. **Incidência de Câncer no Brasil:** Estimativa 2020. Inca, 2019. Disponível em:>Estimativa_2020.indd (inca.gov.br)< Acessado em 05/10/2024.

SCHULZ, P. **Nanotecnologia – uma história um pouco diferente.** Ciência Hoje, v. 308, p. 26-29, out. 2013.

TONET, M.D; LEONEL, A.A. **Nanociência e Nanotecnologia:** uma revisão bibliográfica acerca das contribuições e desafios para o ensino de Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 36, n. 2, p. 431-456, ago. 2019.

Venditto, V. J. & Szoka, F. C. (2013). **Cancer nanomedicines:** so many papers and so few drugs!. Advanced Drug Delivery Reviews, 65(1), 80-88. https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.038.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/4watt240

WONG HL, BENDAYON R, RAUTH AM, LI Y, WU XY. **Chemotherapy with anticancer drugs encapsulated in solid lipid nanoparticles.** Adv Drug Deliv Rev. v. 59. p 491-504, 2007.

Xu, X., Liu, C., Wang, Y., Koivisto, O., Zhou, J., Shu, Y. & Zhang, H. (2021). **Nanotechnology-based delivery of CRISPR/Cas9 for cancer treatment.** Advanced Drug Delivery Reviews, 176, 1-31.