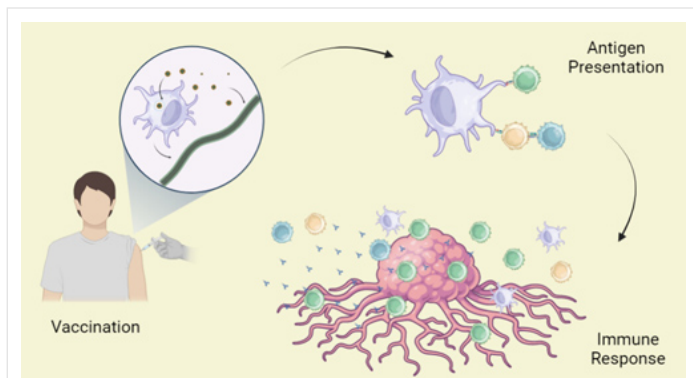


14 de maio de 2025

# Nanovacinas contra o câncer – Quando a nanotecnologia encontra a imunoterapia



(Créditos – ACS Nano 2025, 19, 16204–16223 / CC-BY 4.0)

*Pesquisadores destacam o potencial das nanovacinas como aliadas poderosas na luta contra o câncer; combinando precisão molecular, personalização e inovação científica.*

Em um artigo publicado na revista científica “ACS Nano”, com destaque na capa inteira, pesquisadores do Grupo de Nanomedicina e Nanotoxicologia do Instituto de Física de São Carlos (GNano-IFSC/USP) traçaram um panorama abrangente sobre os mecanismos de ação, os princípios de design e os desafios clínicos das chamadas “nanovacinas oncológicas”. A proposta tem o intuito de transformar pequenas partículas artificiais (medindo bilionésimos de metro) em “mensageiras” que instruem o sistema imunológico a identificar e eliminar células tumorais.

Este estudo vem ao encontro do fato de a medicina oncológica viver atualmente um momento de transformação, onde a tradicional combinação de tratamentos e outros protocolos — cirurgia, quimioterapia e radioterapia — começa a dividir espaço com abordagens inovadoras que buscam explorar e

potencializar as defesas naturais do corpo humano. Entre essas estratégias, as nanovacinas contra o câncer vêm ganhando um destaque importante por apresentarem uma capacidade de unir imunoterapia e nanotecnologia em uma só fórmula.

## O que são nanovacinas

As vacinas convencionais funcionam ao introduzirem no sistema imunológico fragmentos de vírus ou bactérias, preparando o corpo para combatê-los em futuras infecções. No caso do câncer, o desafio é diferente, já que o foco é “ensinar” o organismo a reconhecer as células tumorais como uma ameaça, células essas que se encontram no próprio corpo humano, mas que sofreram mutações.

Através da nanotecnologia, as nanovacinas são formulações que utilizam nanopartículas — feitas de materiais como lipídios, polímeros, proteínas ou até metais — para transportar antígenos tumorais e adjuvantes imunológicos diretamente nas células de defesa do corpo. Graças ao seu tamanho minúsculo, essas partículas conseguem penetrar barreiras biológicas com mais eficiência e alcançar tecidos como os linfonodos, onde ocorre a ativação do sistema imune.

Segundo o estudo publicado, onde o primeiro autor é o doutorando Gabriel de Camargo Zaccariotto, o grande trunfo das nanovacinas está na sua versatilidade, já que as nanopartículas podem ser projetadas para proteger os componentes vacinais, liberar os ingredientes de forma controlada e modular a resposta imunológica desejada. Isso quer dizer que uma nanovacina pode ser adaptada para diferentes tipos de câncer, estágios da doença e até mesmo para o perfil genético do tumor de cada paciente, algo que é considerado um passo importante rumo à medicina personalizada.

Além disso, a combinação de antígenos tumorais específicos com adjuvantes poderosos permite induzir uma resposta imune robusta e duradoura. O objetivo final é estimular a produção de células T citotóxicas — verdadeiros “soldados” do sistema imunológico — para que sejam capazes de identificar e destruir células cancerígenas, inclusive aquelas que escapam aos tratamentos tradicionais.



#### Os desafios

Apesar de ser inovadora e revolucionária, a aplicação das nanovacinas ainda enfrenta barreiras importantes. Poucos produtos chegaram à fase de testes clínicos avançados e nenhum foi aprovado até o momento para uso comercial em pacientes com câncer. Os obstáculos vão desde a complexidade da fabricação em larga escala até questões regulatórias e tecnológicas.

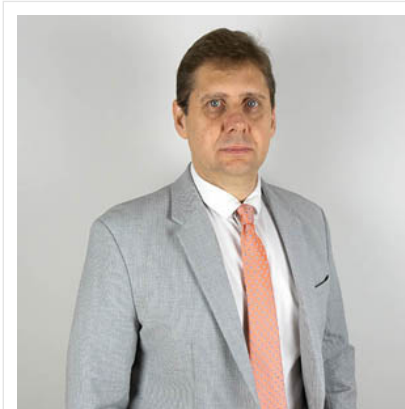


**Doutorando do GNano-IFSC/USP – Gabriel de Camargo Zaccariotto**

O estudo destaca que ainda é necessário entender melhor como diferentes tipos de nanopartículas interagem com o organismo, como são processadas e quais estratégias adotar para alcançar uma resposta imunológica mais eficaz contra as células tumorais, além de existirem questões éticas e econômicas, como o custo de desenvolvimento e a necessidade de harmonização regulatória entre as agências do mundo. Contudo, esta é uma porta que se abre para um futuro promissor, conforme salienta Gabriel de Camargo Zaccariotto: *“A aplicação da nanotecnologia em vacinas já é uma realidade, e os principais centros de pesquisa, assim como empresas dos setores biotecnológico e farmacêutico, têm investido cada vez mais nessa abordagem para o combate ao câncer. Muitos dos desafios enfrentados pelas nanovacinas são compartilhados com outros nanomedicamentos; no entanto, há também barreiras específicas, como a necessidade de aprimoramento dos modelos de aprendizado de máquina utilizados na personalização das vacinas e de uma compreensão mais aprofundada da variabilidade de resposta, influenciada pelo perfil prévio de saúde e pela genética de cada paciente. Ainda assim, os avanços nessa área são notáveis e reforçam o potencial dessa tecnologia para transformar a vida de inúmeros pacientes”.*

#### O futuro

Apesar das incertezas sublinhadas acima, os avanços conquistados até o momento são animadores, já que testes clínicos têm demonstrado que as nanovacinas podem aumentar significativamente a eficácia de outros tratamentos, como inibidores de checkpoint imunológico, tendo-se observado redução nos riscos de metástase, recorrência e morte entre pacientes.



**Prof. Dr. Valtencir Zucolotto (Coordenado do GNano-IFSC/USP)**

A convergência entre nanotecnologia, biotecnologia e imunologia tem gerado um campo fértil para inovações, sendo que as nanovacinas representam uma ponte entre as descobertas da ciência básica e as necessidades urgentes da medicina clínica oncológica.

Para o Coordenador da pesquisa e do grupo de Nanomedicina (GNano/IFSC/USP), Prof. Dr. Valtencir Zucolotto, que é um dos coautores do artigo “A combinação da Nanotecnologia com a Biotecnologia é uma área estratégica e relativamente nova, que já demonstrou sua capacidade de gerar benefícios para a humanidade, como no caso das vacinas de RNA contra a COVID-19. Pesquisadores que atuam nessa área buscam agora utilizar a Nanobiotecnologia para explorar outras fronteiras científico/tecnológicas em setores importantes como a medicina e o agronegócio”.

Se os próximos passos forem bem-sucedidos, estaremos diante de uma nova era no combate ao câncer, com vacinas que não só irão prevenir doenças, como também combatê-las e curá-las.

Assinam este artigo científico os seguintes pesquisadores: Gabriel de Camargo Zaccariotto, Maria Julia Bistaffa, Angelica Maria Mazuera Zapata, Camila Rodero, Fernanda Coelho, João Victor Brandão Quitiba, Lorena Lima, Raquel Sterman, Valéria Maria de Oliveira Cardoso, e Valtencir Zucolotto.

Confira [AQUI](#) o estudo publicado na revista “ACS Nano”.

Rui Sintra – Assessoria de Comunicação – IFSC/USP