



IMUNOTERAPIA ONCOLÓGICA: AVANÇOS E DESAFIOS NO DESENVOLVIMENTO DE VACINAS CONTRA O CÂNCER

Milessa Luíza de Souza Lima¹, Elaine Campana Sanches Bornia²

¹Acadêmica do Curso de Farmácia, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI-UniCesumar. luizamilessas40@gmail.com

²Orientadora, Doutora, Docente no Curso de Biomedicina, UNICESUMAR. Pesquisadora do Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI. elaine.bornia@unicesumar.edu.br

RESUMO

O câncer é uma doença caracterizada pelo crescimento descontrolado de células anormais. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), é uma das principais causas de morte no mundo, sendo responsável por aproximadamente 10 milhões de óbitos em 2020. Embora o sistema imunológico exerça um papel importante na detecção e destruição dessas células, os tumores desenvolvem mecanismos de evasão imunológica que dificultam esse processo. Nesse contexto, a imunoterapia tem se destacado como uma abordagem inovadora no tratamento oncológico, e as vacinas contra o câncer surgem como uma das estratégias mais promissoras. Este trabalho tem como objetivo analisar os avanços e desafios das vacinas antitumorais, destacando seus tipos, mecanismos de ação e limitações clínicas. A metodologia será uma revisão de literatura de caráter qualitativo, com busca de artigos científicos publicados entre 2019 e 2024, nas bases de dados PubMed, SciELO, ScienceDirect, Scopus, entre outras. Serão incluídos estudos em português e inglês, com foco em vacinas oncológicas, imunoterapia e evasão tumoral. Com o estudo pretende-se apresentar uma compreensão ampla sobre o papel das vacinas no fortalecimento da resposta imunológica contra o câncer, classificando os principais tipos em desenvolvimento (celulares, de proteína/peptídeo e de ácido nucleico). Além disso, busca-se identificar os principais desafios dessa abordagem terapêutica, como a personalização, os altos custos e as dificuldades de produção em larga escala. Por fim, espera-se que o trabalho contribua para a disseminação de conhecimentos atualizados sobre imunoterapia e incentive novas pesquisas que tornem as vacinas contra o câncer mais eficazes e acessíveis à população.

PALAVRAS-CHAVE: Metástase; Obstáculo; Sistema imunológico.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA), o câncer é um conjunto de mais de 100 doenças, que são caracterizadas pelo crescimento anormal e descontrolado de células. Além disso, tais células se dividem de forma rápida e agressiva, com alta capacidade de invasão e metástase. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) o câncer é classificado como uma das principais causas de morte no mundo, sendo responsável por cerca de 10 milhões de óbitos no ano de 2020 (Kiri, Ryba, 2024).

Nesse contexto, o sistema imunológico desempenha um papel crucial na imunovigilância e destruição dessas células cancerosas. Contudo, essas células desenvolveram mecanismos para escapar da vigilância imunológica, como defeitos na apresentação de antígenos, a regulação positiva de vias regulatórias negativas e o recrutamento de populações de células imunossupressoras, resultando no impedimento da resposta imune contra os tumores (Zhang, Zhang, 2020).

A imunoterapia é uma nova abordagem no tratamento do câncer, e tem promovido avanços significativos. Seu objetivo é modular o sistema imunológico do hospedeiro para induzir uma resposta imune ativa ou fornecer imunidade passiva direcionada ao combate de tumores malignos. Embora as taxas de resposta ainda sejam limitadas, diversos tipos de câncer têm apresentado respostas clínicas sustentadas à imunoterapia (Zhang, Zhang, 2020; Rui, Zhou, He, 2023; Reyes et al., 2020).

Dentre as diferentes imunoterapias, as vacinas têm se mostrado promissoras ao estimular o sistema imunológico a identificar e eliminar células cancerosas. Seu foco



principal é impedir o crescimento, recidiva e metástase do tumor, além de fortalecer a capacidade do sistema imunológico de detectar e eliminar células cancerosas (Kaczmarek et al., 2023; Fan et al., 2023).

Diante disso, diversos tipos de vacinas contra o câncer vêm sendo desenvolvidas, com base na identificação dos mecanismos que as células cancerosas utilizam para escapar da vigilância imunológica. As vacinas que se destacam são as vacinas celulares, as vacinas de proteína/peptídeo e as vacinas de ácido nucleico. As vacinas celulares utilizam células tumorais (autólogas ou alogênicas), com ou sem modificação genética, para apresentar antígenos específicos do tumor ao sistema imunológico, e utilizam células dendríticas, que atuam apresentando o antígeno e ativam os linfócitos T para destruir as células tumorais. As vacinas de proteína/peptídeo utilizam porções específicas de antígenos tumorais para estimular a resposta imune. Já as vacinas de ácido nucleico utilizam DNA, RNA, ou vetores virais, com o objetivo de fazer com que as próprias células do paciente produzam os antígenos tumorais, desencadeando uma resposta imune contra o câncer (Igarashi, Sasada, 2020).

Embora as vacinas contra o câncer tenham mostrado avanços promissores, diversos desafios precisam ser superados para garantir sua eficácia e ampliar o acesso dos pacientes. Entre as principais limitações destaca-se a necessidade de isolar células imunes do próprio paciente, um processo que exige infraestrutura especializada e profissionais capacitados, resultando em custos elevados e dificultando a adoção dessa terapia personalizada. A necessidade destas vacinas individualizadas, baseadas em antígenos tumorais específicos, compromete a produção em grande escala e a distribuição. Além disso, o microambiente imunológico tumoral exerce grande influência no tratamento, uma vez que impede que as células de defesa reconheçam e destruam as células tumorais de forma eficaz. Outro obstáculo significativo está relacionado ao armazenamento e transporte, condições essenciais que podem comprometer a viabilidade destas vacinas (Kaczmarek et al., 2023; Zhu et al., 2021; Hossain et al., 2022).

Portanto, esse projeto busca estudar novas pesquisas sobre avanços e obstáculos atuais no tratamento do câncer por meio da imunoterapia com vacinas. A partir disso, pretende-se contribuir para uma melhor compreensão dessa abordagem terapêutica e fomentar pesquisas e desenvolvimentos futuros nesse campo promissor.

2 MATERIAIS E METODOLOGIA

A presente pesquisa será desenvolvida por meio de uma revisão de literatura de caráter qualitativo, com o objetivo de analisar os avanços, os mecanismos de ação e os desafios atuais relacionados às vacinas como abordagem imunoterapêutica no tratamento do câncer. Para a construção do referencial teórico, serão consultadas publicações científicas disponíveis em bases de dados reconhecidas, tais como PubMed, SciELO, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar e Web of Science. A busca pelos estudos será realizada com o uso dos seguintes descritores e palavras-chave, vacinas contra o câncer, imunoterapia, sistema imunológico.

Serão incluídos no trabalho os artigos publicados nos últimos cinco anos (entre 2019 e 2024), disponíveis em texto completo, redigidos em português ou inglês, e que abordem diretamente a temática da imunoterapia oncológica, com foco nas vacinas. Como critérios de exclusão, serão desconsideradas publicações duplicadas, estudos fora do escopo do tema proposto e textos opinativos ou que não apresentem embasamento científico consistente, como resumos e editoriais.

Após a triagem e seleção dos materiais, os trabalhos serão lidos integralmente, categorizados e analisados criticamente. A sistematização das informações permitirá a construção de uma base teórica sólida, que servirá de fundamento para a discussão dos



objetivos propostos, contribuindo para uma melhor compreensão do cenário atual da imunoterapia vacinal no combate ao câncer.

3 RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se que este trabalho apresente uma compreensão ampla e clara sobre o papel do sistema imunológico no combate ao câncer e sobre os mecanismos utilizados pelas células tumorais para escapar dessa defesa natural. A partir da análise de estudos recentes, pretende-se compreender de que forma as vacinas antitumorais vêm sendo desenvolvidas para fortalecer a resposta imune e atuar de maneira mais eficaz contra as células cancerígenas.

Também se espera identificar e descrever os principais tipos de vacinas atualmente em uso ou em fase de desenvolvimento como as vacinas celulares, de proteína/peptídeo e de ácido nucleico, abordando seus mecanismos de ação, benefícios e limitações. Além disso, deverão ser apresentados os avanços mais significativos nessa área e os desafios que ainda precisam ser superados, incluindo os altos custos, a dificuldade de produção em larga escala e os efeitos do microambiente tumoral sobre a eficácia terapêutica.

Com esses resultados, espera-se contribuir para uma melhor compreensão sobre o potencial das vacinas no tratamento do câncer e incentivar o desenvolvimento de novas pesquisas que possibilitem tornar essa abordagem mais acessível, segura e eficaz para um número cada vez maior de pacientes.

REFERÊNCIAS

INCA. **O que é câncer?** Disponível em: <<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer>>. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/cancer/o-que-e-cancer> Acesso em: 01 maio 2025.

RUI, R.; ZHOU, L.; HE, S. Cancer immunotherapies: advances and bottlenecks. **Frontiers in Immunology**, v. 14, 24 ago. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10484345/#s17> Acesso em 02 maio 2025.

ZHANG, Y.; ZHANG, Z. The history and advances in cancer immunotherapy: understanding the characteristics of tumor-infiltrating immune cells and their therapeutic implications. **Cellular & Molecular Immunology**, v. 17, n. 8, p. 1–15, 1 jul. 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7395159/#CR1> Acesso em: 01 maio 2025.

REYES, S. J. et al. Actualización general de inmunoterapia en cáncer. **Revista médica de Chile**, v. 148, n. 7, p. 970–982, jul. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33399682/> Acesso em: 01 maio 2025.

IGARASHI, Y.; SASADA, T. Cancer Vaccines: Toward the Next Breakthrough in Cancer Immunotherapy. **Journal of Immunology Research**, v. 2020, p. 1–13, 17 nov. 2020. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7685825/> Acesso em: 02 maio 2025.

KACZMAREK, M. et al. Cancer Vaccine Therapeutics: Limitations and Effectiveness—A Literature Review. **Cells**, v. 12, n. 17, p. 2159, 28 ago. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10486481/> Acesso em: 02 maio 2025.



FAN, T. et al. Therapeutic cancer vaccines: advancements, challenges, and prospects. **Signal Transduction and Targeted Therapy**, v. 8, n. 1, 13 dez. 2023. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10716479/> Acesso em: 02 maio 2025.

KIRI, S.; RYBA, T. Cancer, metastasis, and the epigenome. **Molecular Cancer**, v. 23, n. 1, 2 ago. 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11295362/#Abs1> Acesso em: 02 maio 2025.

ZHU, S. et al. Combination strategies to maximize the benefits of cancer immunotherapy. **Journal of Hematology & Oncology**, v. 14, n. 1, 27 set. 2021. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8475356/> Acesso em: 02 maio 2025.

HOSSAIN, F. et al. Chemical and Synthetic Biology Approaches for Cancer Vaccine Development. **Molecules**, v. 27, n. 20, p. 6933, 16 out. 2022. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9611187/#sec5-molecules-27-06933> Acesso em: 02 maio 2025.