

12

MEDICINA DE PRECISÃO EM ONCOLOGIA: IMPACTO DOS TESTES GENÔMICOS E TERAPIAS ALVO

▶ **Rhaira Fernanda Ayoub Casavara**

Graduanda em Medicina, Centro Universitário Integrado de Campo Mourão

 <https://orcid.org/0000-0002-7217-7513>

▶ **Emille Sabine Santos da Costa**

Graduanda em Biomedicina, Univerdade do estado do Pará - UEPA

 <https://orcid.org/0009-0003-9429-2197>

▶ **Karla Leticia Santos da Silva Costa**

Graduada em Medicina, Universidade Estadual Do Maranhão

 <https://orcid.org/0009-0000-0195-5499>

▶ **Amanda Maria Neres Cardoso**

Graduanda em Medicina, Faculdades Integradas do Norte de Minas- FUNORTE

 <https://orcid.org/0009-0001-2745-3160>

RESUMO

INTRODUÇÃO: A medicina de precisão tem transformado a assistência à saúde ao possibilitar a personalização dos tratamentos com base no perfil genético dos pacientes. Na oncologia, essa abordagem permite identificar mutações tumorais, orientando terapias-alvo mais eficazes e reduzindo a resistência ao tratamento. O sequenciamento genômico e a análise molecular dos tumores aprimoram o diagnóstico e prognóstico dos pacientes, promovendo avanços na terapia oncológica. Com a evolução da ciência e da tecnologia, espera-se que essas estratégias se consolidem, tornando o tratamento do câncer mais preciso e individualizado. **OBJETIVO:** Analisar o impacto dos testes genômicos e das terapias-alvo na oncologia, no contexto da medicina de precisão. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada em 2025, com pesquisas nas bases de dados MEDLINE e PUBMED.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A medicina de precisão tem se mostrado essencial no tratamento oncológico, permitindo a personalização das terapias conforme o perfil genético dos tumores. Avanços como o sequenciamento genômico e biomarcadores melhoram o diagnóstico e aumentam a eficácia terapêutica. No entanto, desafios como a heterogeneidade tumoral, resistência aos tratamentos e acesso limitado às novas tecnologias persistem. Estratégias combinadas, inteligência artificial e edição genética despontam como soluções promissoras. A ampliação do acesso e a regulamentação são fundamentais para tornar essa abordagem mais equitativa. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** A medicina de precisão tem revolucionado o tratamento oncológico por meio de testes genômicos e terapias-alvo. Esses avanços permitem a identificação precisa de alterações genéticas, otimizando a eficácia terapêutica e minimizando efeitos adversos. A integração com inteligência artificial e *Big Data* potencializa os desfechos clínicos. No entanto, desafios como custos elevados, acessibilidade restrita e regulamentação precisam ser superados. A ampliação do acesso e o avanço contínuo dessas estratégias são essenciais para consolidar a medicina de precisão na oncologia.

PALAVRAS-CHAVES: Medicina de precisão; Neoplasias; Saúde Pública.

12

PRECISION MEDICINE IN ONCOLOGY: IMPACT OF GENOMIC TESTS AND TARGET THERAPIES

ABSTRACT

INTRODUCTION: Precision medicine has revolutionized cancer treatment through genomic testing and targeted therapies. These advances allow for the precise identification of genetic alterations, optimizing therapeutic efficacy and minimizing adverse effects. Integration with artificial intelligence and Big Data enhances clinical outcomes. However, challenges such as high costs, restricted accessibility and regulation need to be overcome. Increased access and the continued advancement of these strategies are essential to consolidate precision medicine in oncology. **OBJECTIVE:** This study analyzes the impact of genomic testing and targeted therapies in oncology, in the context of precision medicine. **METHODOLOGY:** This is an integrative literature review, carried out in 2025, with searches in the MEDLINE and PUBMED databases. **RESULTS AND DISCUSSION:** Precision medicine has proved essential in cancer treatment, allowing therapies to be customized according to the genetic profile of tumors. Advances such as genomic sequencing and biomarkers improve diagnosis and increase therapeutic efficacy. However, challenges such as tumor heterogeneity, resistance to treatments and limited access to new technologies persist. Combined strategies, artificial intelligence and gene editing are emerging as promising solutions. Expanding access and regulation are key to making this approach more equitable. **FINAL CONSIDERATIONS:** Precision medicine has revolutionized cancer treatment through genomic testing and targeted therapies. These advances allow for the precise identification of genetic alterations, optimizing therapeutic efficacy and minimizing adverse effects. Integration with artificial intelligence and Big Data enhances clinical outcomes. However, challenges such as high costs, restricted accessibility and regulation need to be overcome. Increased access and the continued advancement of these strategies are essential to consolidate precision medicine in oncology.

KEYWORDS: Precision Medicine; Neoplasms; Public Health.

1. INTRODUÇÃO

A medicina de precisão redefine a assistência à saúde ao priorizar a individualização do cuidado. Fundamenta-se no desenvolvimento de técnicas que permitem a personalização dos tratamentos com base nas características genéticas de cada paciente, bem como em sua resposta às enfermidades e terapias. Dessa maneira, busca aumentar a eficácia dos tratamentos e aprimorar a prevenção de doenças, considerando a variabilidade genética, o ambiente e o estilo de vida dos indivíduos (De Negri; Uziel, 2020).

Na oncologia, a medicina de precisão desempenha um papel fundamental ao permitir a personalização dos tratamentos com base no perfil molecular dos tumores. O sequenciamento de biópsias é uma ferramenta essencial nesse contexto, pois possibilita a identificação de mutações somáticas, orientando a seleção de terapias-alvo e a combinação de medicamentos. Além disso, auxilia na previsão da sensibilidade ou resistência às terapias, contribuindo para uma abordagem terapêutica mais eficaz e direcionada, aprimorando os desfechos clínicos dos pacientes. Médicos altamente qualificados e atualizados sobre os avanços na medicina de precisão demonstram grande otimismo em relação à medicina molecular. Eles preveem uma transformação significativa no tratamento do câncer por meio de diagnósticos, monitoramento e terapias precisas, projetando uma implementação bem-sucedida dessas abordagens antes de 2049 (Costa *et al.*, 2023; Temporão *et al.*, 2022a).

Nas últimas décadas, o tratamento do câncer tem passado por avanços notáveis, impulsionados pelo progresso científico e tecnológico. As abordagens convencionais, como cirurgia, quimioterapia e radioterapia, vêm sendo aprimoradas e complementadas por estratégias personalizadas, mais precisas e eficazes. Essas inovações têm mostrado resultados expressivos em diversos tipos de câncer, redefinindo a abordagem terapêutica e proporcionando melhores prognósticos aos pacientes (Zuqui *et al.*, 2023).

A medicina de precisão tem revolucionado a oncologia ao permitir tratamentos mais eficazes e personalizados, baseados no perfil genético dos tumores. Os testes genômicos desempenham um papel essencial na identificação de mutações específicas, orientando a escolha de terapias-alvo e aumentando a taxa de sucesso dos tratamentos. Diante da crescente aplicação dessas abordagens, torna-se fundamental analisar seu impacto na prática clínica, evidenciando os benefícios, desafios e perspectivas futuras para a melhoria do cuidado oncológico.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar o impacto dos testes genômicos e das terapias-alvo na oncologia, no contexto da medicina de precisão.

2. METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, na qual analisa pesquisas relevantes que fundamentam a tomada de decisão e aprimoram a prática clínica. Esse método permite a síntese de múltiplos

estudos publicados, proporcionando uma visão abrangente do conhecimento na área e contribuindo para discussões sobre métodos, resultados e direções futuras de pesquisa (Mendes; Silveira; Galvão, 2008).

A elaboração da questão norteadora deste estudo foi conduzida com base na estratégia PICO, que abrange os elementos População, Interesse e Contexto. Dessa forma, para orientar a presente revisão, definiu-se a seguinte questão: "Qual o impacto dos testes genômicos e das terapias-alvo na personalização do tratamento oncológico no contexto da medicina de precisão?"

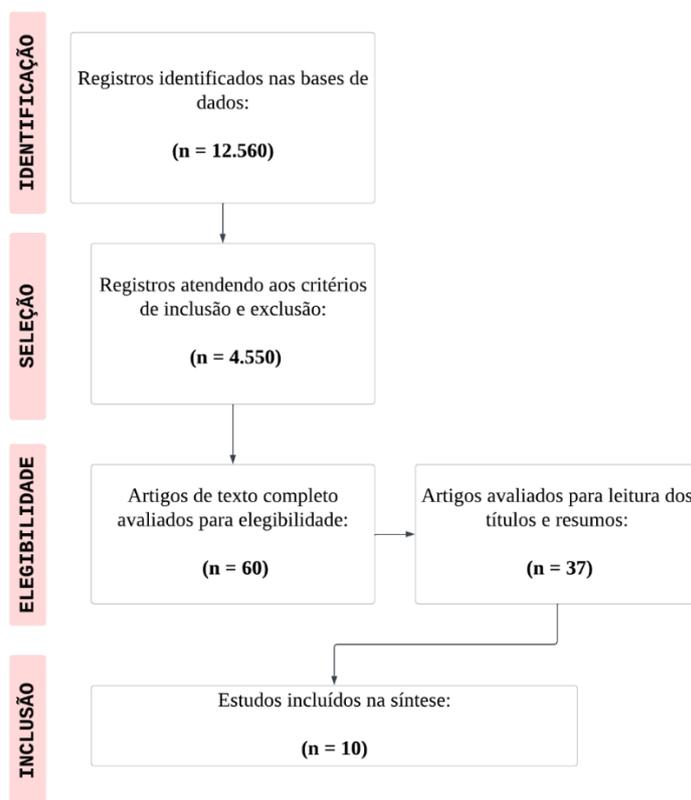
Para a elaboração deste estudo, as pesquisas foram conduzidas nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) e PubMed Central (PMC). As buscas foram realizadas utilizando os descritores "Medicina de Precisão" AND "Neoplasias" AND "Saúde Pública". A coleta de dados ocorreu em fevereiro de 2025.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: relatos de experiências, estudos de caso e pesquisas com abordagens quantitativas, qualitativas ou mistas, desde que disponíveis na íntegra; artigos publicados em português, inglês ou espanhol; publicados em periódicos nacionais ou internacionais nos últimos cinco anos (de 2020 a 2025); e que apresentem resumos acessíveis nas bases de dados selecionadas.

Por outro lado, os critérios de exclusão englobaram: artigos cuja versão completa não estava acessível, publicações anteriores a 2020, estudos sem relação direta com o tema central da pesquisa, além de trabalhos de conclusão de curso (TCCs), dissertações, teses e conteúdos provenientes de sites.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram identificados 4.550 artigos. Desses, 60 foram selecionados para leitura completa, enquanto 37 foram avaliados com base em seus títulos e resumos, resultando na inclusão de 10 estudos que atenderam integralmente aos critérios estabelecidos, compondo a amostra final. O detalhamento desse processo encontra-se no fluxograma apresentado na **Figura 1**

Figura 1 - Fluxograma ilustrativo dos artigos selecionados conforme o tema abordado



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Ao concluir a análise bibliométrica, os resultados foram sistematizados em uma tabela sinóptica, destacando as principais descobertas. Os artigos selecionados por meio de uma leitura criteriosa foram revisados minuciosamente, com a extração de seus conteúdos mais relevantes, os quais foram, posteriormente, analisados de forma detalhada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa, apresentados por meio de uma tabela, são acompanhados de uma análise concisa dos dados obtidos, organizados na seguinte ordem: título, autor, ano de publicação e conclusão, conforme ilustrado na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Síntese dos dados obtidos

TÍTULO	AUTOR/ANO/BASE DE DADOS	CONCLUSÃO
Clinical trial design in the era of precision medicine	(Fountzilias <i>et al.</i> , 2022) PUBMED	A oncologia de precisão utiliza dados de ensaios que selecionam pacientes com base em seus marcadores genômicos, biológicos e imunológicos. Assim, alguns estudos clínicos agora consideram o estado de mutação, em vez do local de origem do câncer. Ensaios clínicos baseados em biomarcadores têm demonstrado melhores taxas de resposta em comparação aos que não utilizam biomarcadores na seleção de pacientes.
Global Challenges in Access to and Implementation of Precision Oncology: The Health Care Manager and Health Economist Perspective.	(SHIH; PAN; TEICH, 2022) MEDLINE	A oncologia de precisão está associada a elevados custos e impactos orçamentários. Em muitos países de baixa e média renda, contudo, a necessidade de infraestrutura para sua implementação ainda é inexistente. O desenvolvimento dessa

		estrutura exigirá investimentos significativos em laboratórios, tecnologias de sequenciamento e qualificação de profissionais.
Integration of artificial intelligence in lung cancer: Rise of the machine	(Ladbury <i>et al.</i> , 2023) PUBMED	Nos últimos anos, o avanço da inteligência artificial (IA) na oncologia foi impulsionado por algoritmos aprimorados, maior poder computacional e melhor organização dos dados disponíveis. O big data criou oportunidades para o crescimento da ciência de dados e da IA no setor. A oncologia evoluiu significativamente, incorporando imagens aprimoradas, novas técnicas de estadiamento e terapias guiadas por marcadores moleculares. Esses avanços geram grandes volumes de informações, contribuindo para o aprimoramento do tratamento e do gerenciamento de pacientes no futuro.
Precision Medicine: Steps along the Road to Combat Human Cancer	(Nassar <i>et al.</i> , 2020) PUBMED	Com base em informações genéticas individuais, os médicos podem oferecer tratamentos mais específicos e personalizados, aumentando as chances de sucesso na cura ou prevenção de doenças. Embora seja uma ideia de diagnóstico e tratamento precisos e remotos à antiguidade, atualmente é conhecida como medicina personalizada ou individualizada. Esses conceitos estão cada vez mais associados à medicina de precisão, que vem ganhando destaque na prática médica.
Precision oncology: a clinical and patient perspective	(Lassen <i>et al.</i> , 2021) PUBMED	O interesse crescente na identificação de biomarcadores genômicos impulsionou a transição de tratamentos citotóxicos não específicos para abordagens personalizadas, baseadas no perfil genômico do tumor. A eficácia dessas terapias depende da correspondência precisa entre alvos e pacientes, otimizando os benefícios da oncologia de precisão. Além disso, a descoberta de alterações "acionáveis" e o avanço de tecnologias para testes rápidos e de alto volume ampliaram o entusiasmo de médicos e pacientes.
Precision Oncology: A Global Perspective on Implementation and Policy Development.	(Horgan <i>et al.</i> , 2025) MEDLINE	Globalmente, a adoção e formulação de políticas relacionadas à oncologia de precisão mostram grande diversidade. Países mais ricos têm avançado significativamente na implementação dessas práticas, enquanto em outras regiões, a aceitação tem sido mais limitada, com algumas exceções notáveis. O ritmo do debate político varia conforme as circunstâncias específicas de cada país ou região. A harmonização da precisão diagnóstica, do tratamento direcionado e dos requisitos de financiamento, infraestrutura e expertise continua sendo um esforço global em constante evolução.
Radiomics-guided checkpoint inhibitor immunotherapy for precision medicine in cancer: A review for clinicians.	(Zhou <i>et al.</i> , 2023) MEDLINE	A radiômica apresenta um potencial promissor na predição da resposta à imunoterapia, auxiliando na tomada de decisão clínica. Essa tecnologia possibilita uma avaliação não invasiva e abrangente de biomarcadores teciduais em todo o corpo. A heterogeneidade tumoral contém informações prognósticas relevantes, que podem ser captadas e traduzidas em características radiômicas por meio de análises especializadas. Evidências substanciais indicam que a radiômica pode prever a eficácia da imunoterapia, identificando padrões específicos associados à resposta ao tratamento.
Review of precision cancer medicine: Evolution of the treatment paradigm	(Tsimberidou <i>et al.</i> , 2020) PUBMED	A genômica tem se consolidado como a base fundamental dos estudos em medicina de precisão. De forma notável, a associação de pacientes a medicamentos com base em dados genômicos tem se mostrado mais eficaz na melhoria dos resultados terapêuticos. No entanto, a genômica também revelou uma realidade desafiadora em relação às malignidades, exigindo uma mudança significativa no paradigma terapêutico. Para atingir as malignidades com "precisão", é necessário que o tratamento seja personalizado.
The New NCI Precision Medicine Trials	(Harris <i>et al.</i> , 2023) PUBMED	A abordagem da medicina de precisão evoluiu do paradigma de um único agente-alvo para estratégias mais diversificadas no tratamento do câncer. Atualmente, as terapias são desenvolvidas considerando não apenas as mutações causadoras, mas também as vias de resistência identificadas, proporcionando uma abordagem mais abrangente e eficaz.

Update on systemic treatment for newly diagnosed inflammatory breast cancer.	(Chainitikun <i>et al.</i> , 2021) MEDLINE	O trastuzumabe é um anticorpo monoclonal amplamente utilizado no tratamento do câncer de mama HER2-positivo, ofertando melhora significativa na sobrevida global e na redução do risco de recorrência. quando combinado com quimioterapia, potencializa a resposta ao tratamento. Seu uso é indicado tanto em estágios iniciais da doença quanto em casos metastáticos, sendo um dos principais avanços na terapia personalizada do câncer de mama.
---	---	---

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

O câncer representa uma das principais causas de mortalidade nas Américas. Em 2022, foram registrados mais de 4,2 milhões de novos casos na região, com projeções indicando um aumento de 60% até 2045, alcançando 6,7 milhões de casos. No entanto, diversos tipos de câncer apresentam altas taxas de cura quando detectadas precocemente e tratadas de forma adequada (Organização Pan-Americana da Saúde, 2020).

Visto isso, a medicina de precisão na oncologia proporciona benefícios tanto no curto quanto no longo prazo para indivíduos e populações. No âmbito individual, aprimora o diagnóstico e a conduta médica em doenças já bem estudadas, evoluindo para a identificação mais precisa e o manejo clínico de um número maior de enfermidades. Em nível populacional, permite a caracterização de subpopulações, possibilitando a realização de testes clínicos mais direcionados e fomentando o desenvolvimento de terapias específicas para esses grupos. Além disso, a medicina de precisão contribui para a otimização de recursos ao evitar desperdícios com abordagens terapêuticas comprovadamente ineficazes, promovendo maior eficiência nos tratamentos (Uziel, 2019).

No entanto, os desafios da terapia universal do câncer estão historicamente relacionados à ampla variedade de subtipos da doença e às diferenças biológicas entre tumores em regiões específicas do corpo. Além disso, mesmo pacientes com cânceres fenotipicamente semelhantes podem apresentar respostas divergentes ao tratamento. Nesse contexto, a heterogeneidade tumoral caracteriza a diversidade genética e fenotípica das células cancerígenas, impactando diretamente a eficácia terapêutica, favorecendo a resistência ao tratamento, recidivas e diminuindo a resposta à imunoterapia. Na busca para solucionar esses desafios, abordagens como pesquisa líquida e terapias combinadas vêm sendo investigadas, evoluindo a personalização do tratamento e os melhores avanços clínicos (El-Sayes; Vito; Mossman, 2021).

Todavia, a genética molecular tem exercido uma função importante na compreensão do câncer, possibilitando a identificação de mutações específicas relacionadas ao desenvolvimento e progressão tumoral. Essa abordagem permitiu avanços no diagnóstico precoce, na classificação molecular dos tumores e no desenvolvimento de terapias-alvo, que elevam a eficácia do tratamento ao atacar diretamente as alterações genéticas responsáveis pela doença. Além disso, a genética molecular tem contribuído para a previsão da resposta terapêutica, reduzindo efeitos adversos e aprimorando a medicina de precisão na oncologia (Motoyama, 2022).

Entretanto, o sistema de saúde brasileiro apresenta deficiências na implementação de políticas públicas que incorporem os avanços da oncogenética. Nesse contexto, torna-se essencial a adoção de regulamentações que garantam o acesso equitativo a testes genéticos e terapias personalizadas, considerando as evidências científicas e a evolução dos protocolos oncológicos. Assim, faz-se necessária a atualização da legislação vigente, a fim de viabilizar a integração de novas tecnologias e procedimentos, assegurando que

pacientes, tanto no Brasil quanto globalmente, possam se beneficiar dos avanços na prevenção e no tratamento do câncer (Araújo; Guindalini, 2022).

Somado a isso, a análise do perfil genômico do tumor é imprescindível na escolha terapêutica em oncologia, pois cada neoplasia possui uma identidade genética única que influencia diretamente o prognóstico e o tratamento. Pesquisas recentes destacam a importância dos testes genômicos abrangentes, incluindo biópsias líquidas, na detecção de mutações relevantes para a orientação terapêutica em diferentes estágios da doença. Com os avanços na pesquisa molecular, especialmente o sequenciamento de próxima geração (NGS), ampliou-se o espectro de mutações identificáveis, incluindo variantes raras que podem ser alvos de abordagens terapêuticas eficazes (Murad, 2025).

Por sua vez, os biomarcadores são essenciais para o diagnóstico, estadiamento e acompanhamento de doenças oncológicas, além de contribuir para a classificação das patologias e o monitoramento clínico dos pacientes. Dentre os principais biomarcadores tumorais em oncologia, destacam-se EGFR, ALK, BRAF, HER2, MSI, entre outros (Carvalho *et al.*, 2022).

Em contraste, o diagnóstico precoce de características moleculares permite a adaptação do tratamento oncológico, favorecendo melhores desfechos clínicos. No entanto, a implementação dos testes moleculares e genômicos enfrenta desafios significativos, como altos custos, acesso limitado para pacientes de baixa renda e a necessidade de conhecimento especializado para interpretar os resultados. Além disso, a padronização e validação desses testes em diferentes populações ainda representam um obstáculo, especialmente devido à diversidade genética e ambiental, que pode influenciar a expressão gênica e a resposta ao tratamento (Barbalho *et al.*, 2024).

As terapias-alvo moleculares representam uma abordagem inovadora no tratamento oncológico, atuando por meio de moléculas específicas para inibir o crescimento, a progressão e a metástase do câncer. Diversas dessas terapias, aprovadas pela *Food and Drug Administration (FDA)*, demonstraram significativa eficácia clínica em diferentes tipos de neoplasias. Dentre os principais mecanismos de ação identificados para a terapia do câncer, destacam-se os inibidores de tirosina quinase, os anticorpos monoclonais e os inibidores de *checkpoints* imunológicos (Maia, 2020).

A terapia-alvo com trastuzumabe representa um avanço significativo no tratamento do câncer de mama HER2-positivo, uma neoplasia caracterizada pela superexpressão ou amplificação do fator de crescimento epidérmico humano 2 (HER2), observada em aproximadamente 18% a 30% dos casos. Esse subtipo tumoral é historicamente associado a um comportamento mais agressivo e a um alto índice de recorrência, mesmo após a quimioterapia adjuvante. O trastuzumabe, um anticorpo monoclonal direcionado ao receptor HER2, demonstrou impacto positivo na sobrevida global e na redução do risco de recidiva da doença. Sua indicação clínica inclui o tratamento adjuvante e neoadjuvante, geralmente em combinação com quimioterapia, promovendo melhores desfechos clínicos e ampliando as chances de controle da doença (Batista *et al.*, 2023).

Bem como o osimertinibe, uma terapia-alvo inovadora indicada para o tratamento do câncer de pulmão de células não pequenas (NSCLC) avançado, caracterizado por mutações no receptor do fator de

crescimento epidérmico (EGFR). Trata-se de um inibidor da tirosina quinase altamente seletivo, projetado para bloquear a via de sinalização do EGFR, interrompendo o crescimento e a proliferação tumoral. Além de sua eficácia no controle da doença, o osimertinibe destaca-se como uma opção de primeira linha para pacientes com NSCLC avançado, oferecendo benefícios significativos em termos de sobrevida global e progressão da doença (Matiello, 2020).

Além das terapias-alvo, a imunoterapia tem se consolidado como um pilar fundamental na oncologia personalizada, atuando ao estimular o sistema imunológico para reconhecer e combater células tumorais. Diferente das terapias convencionais, essa abordagem não ataca diretamente o tumor, mas potencializa a resposta imune, tornando o tratamento mais específico e eficaz. Os inibidores de *checkpoints* imunológicos representam uma das estratégias mais promissoras, especialmente em tumores com perfis genéticos específicos. Além disso, a combinação da imunoterapia com terapias-alvo tem demonstrado resultados superiores, ampliando as taxas de resposta e promovendo avanços significativos na medicina de precisão aplicada ao câncer (Pettersen *et al.*, 2025).

Em contrapartida, a resistência às terapias-alvo representa um desafio significativo no tratamento oncológico, comprometendo a eficácia a longo prazo e exigindo estratégias para sua superação. A adaptação das células tumorais pode reduzir a resposta terapêutica, tornando essencial a busca por abordagens inovadoras. Entre as estratégias empregadas, destacam-se o desenvolvimento de terapias combinadas, que visam bloquear múltiplas vias de sinalização simultaneamente, a identificação de novos alvos terapêuticos e a investigação dos mecanismos biológicos que contribuem para a resistência. Essas iniciativas são fundamentais para otimizar as respostas clínicas e ampliar as opções terapêuticas disponíveis aos pacientes (Rodrigues *et al.*, 2024).

A introdução de novas tecnologias no mercado global, especialmente em países de renda média e baixa, enfrenta desafios como custos elevados de produção e desenvolvimento, limitações na disponibilidade e dificuldades econômicas para sua implantação em sistemas de saúde. No Brasil, por exemplo, as disparidades no acesso a serviços e tecnologias para o diagnóstico e tratamento do câncer agravam esses desafios, afetando a adaptação às mudanças epidemiológicas, a estruturação do sistema de saúde e a sua sustentabilidade financeira (Temporão *et al.*, 2022b).

Por sua vez, a integração da inteligência artificial na medicina tem o potencial de redefinir o diagnóstico, o tratamento e a gestão de doenças, elevando a precisão e a personalização dos cuidados aos pacientes. Suas aplicações abrangem desde a análise de exames por imagem até a individualização de terapias oncológicas e a melhoria da eficiência em processos hospitalares, tornando o atendimento médico mais acessível e ágil. Para que seus benefícios sejam amplamente distribuídos, é fundamental a cooperação entre especialistas em tecnologia, profissionais de saúde, gestores públicos e a sociedade, assegurando uma implementação ética e igualitária (Pereira *et al.*, 2024).

Avanços associados ao *Big Data*, como a radiômica, empregam algoritmos para analisar imagens médicas e extrair automaticamente um grande volume de informações por meio de *softwares* especializados. Os dados obtidos são armazenados em extensos repositórios, auxiliando na previsão de desfechos clínicos, na

redução de exames desnecessários e na melhoria da precisão diagnóstica, o que contribui para a diminuição de custos e para a maior eficiência no tratamento de diversas enfermidades (Santos *et al.*, 2019).

Adicionalmente, a edição genética desponta como uma tendência promissora na oncologia de precisão. Entre as principais inovações, destaca-se a tecnologia CRISPR-Cas9, inspirada no sistema imunológico bacteriano, que possibilita a alteração precisa do DNA. Essa ferramenta revolucionária permite corrigir alterações genéticas associadas ao câncer, ampliando o potencial terapêutico e viabilizando tratamentos personalizados. A aplicação do CRISPR na pesquisa e na prática clínica promete transformar a abordagem oncológica, contribuindo para o desenvolvimento de terapias mais eficazes e direcionadas (Cardoso; Siqueira, 2023).

Portanto, apesar dos desafios ainda existentes a medicina de precisão vem progressivamente se consolidando como uma abordagem promissora na prática clínica. Assim, para o futuro esperamos que essa modalidade terapêutica seja uma realidade mais acessível e equitativa, permitindo a personalização dos tratamentos de forma mais eficaz e homologada às características individuais de cada paciente (Castro; Campos; Cesario, 2022).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A medicina de precisão tem se destacado como uma revolução na abordagem terapêutica do câncer, trazendo avanços significativos na personalização do tratamento oncológico por meio dos testes genômicos e das terapias-alvo. Os resultados obtidos demonstram que tais inovações possibilitam a identificação precisa das alterações genéticas envolvidas na carcinogênese, permitindo a escolha de terapias mais eficazes e reduzindo efeitos adversos. Além disso, a integração dessas abordagens com novas tecnologias, como a inteligência artificial e o *Big Data*, promete otimizar ainda mais os desfechos clínicos e ampliar o acesso às inovações.

A contribuição desses avanços para a sociedade é inquestionável, pois melhora a qualidade de vida dos pacientes, prolonga a sobrevida e reduz custos associados a tratamentos ineficazes. No entanto, desafios ainda persistem, como a acessibilidade limitada às terapias personalizadas, os elevados custos dos testes genômicos e a necessidade de regulamentações que garantam a equidade no acesso às inovações tecnológicas. Além disso, a heterogeneidade tumoral e a resistência às terapias-alvo continuam sendo obstáculos para a eficácia dos tratamentos.

Diante desse contexto, recomenda-se que estudos futuros explorem estratégias para superar a resistência tumoral, desenvolvendo terapias combinadas e identificando novos biomarcadores que possam ampliar as opções terapêuticas. Além disso, é fundamental que pesquisas avaliem a efetividade clínica e econômica da incorporação dos testes genômicos na rotina médica, garantindo sua viabilidade em sistemas de saúde de diferentes realidades socioeconômicas. Políticas públicas devem ser aprimoradas para facilitar o acesso equitativo à medicina de precisão, promovendo um impacto positivo na saúde pública global.

Assim, apesar dos desafios, a evolução da medicina de precisão na oncologia representa um marco na

personalização do tratamento do câncer, reforçando a necessidade de investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento para tornar essas estratégias uma realidade acessível a todos os pacientes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. T. M.; GUINDALINI, R. S. C. Oncogenética e Estatuto da Pessoa com Câncer: fundamentos bioético-jurídicos. **Revista Bioética**, v. 30, n. 4, p. 705–714, dez. 2022.
- BARBALHO, S. M. R. *et al.* Investigando os desafios e avanços no diagnóstico do carcinoma ductal in situ. **REVISTA FOCO**, v. 17, n. 10, p. e6668, 29 out. 2024.
- BATISTA, J. D'ARC L. *et al.* Efetividade do Trastuzumabe adjuvante em mulheres com câncer de mama HER-2+ no SUS. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 28, n. 6, p. 1819–1830, jun. 2023.
- CARDOSO, W. C.; SIQUEIRA, A. S. Potencial terapêutico contra o câncer utilizando a tecnologia de edição de genes crispr-cas9: uma revisão da literatura. **Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 14, n. v14n2, p. 1, 2023.
- CARVALHO, P. V. P. *et al.* **Biomarcadores de câncer**. 28 out. 2022.
- CASTRO, L. F. G. DE; CAMPOS, L. C. M. DE; CESARIO, R. R. Medicina de precisão: definições e perspectivas futuras. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 8, p. e10774, 29 ago. 2022.
- CHAINITIKUN, S. *et al.* Update on systemic treatment for newly diagnosed inflammatory breast cancer. **Journal of Advanced Research**, v. 29, p. 1–12, mar. 2021.
- COSTA, P. C. V. DA *et al.* O uso da genômica na medicina de precisão: uma revisão narrativa. **Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 15, n. 3, 28 dez. 2023.
- DE NEGRI, F.; UZIEL, D. O que é medicina de precisão e como ela pode impactar o setor de saúde? **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília**, 2020.
- EL-SAYES, N.; VITO, A.; MOSSMAN, K. Tumor Heterogeneity: A Great Barrier in the Age of Cancer Immunotherapy. **Cancers**, v. 13, n. 4, p. 806, 15 fev. 2021.
- FOUNTZILAS, E. *et al.* Clinical trial design in the era of precision medicine. **Genome Medicine**, v. 14, n. 1, p. 101, 31 ago. 2022.
- HARRIS, L. N. *et al.* The New NCI Precision Medicine Trials. **Clinical Cancer Research**, v. 29, n. 23, p. 4728–4732, 1 dez. 2023.
- HORGAN, D. *et al.* Precision Oncology: A Global Perspective on Implementation and Policy Development. **JCO Global Oncology**, n. 11, jan. 2025.
- LADBURY, C. *et al.* Integration of artificial intelligence in lung cancer: Rise of the machine. **Cell Reports Medicine**, v. 4, n. 2, p. 100933, fev. 2023.
- LASSEN, U. N. *et al.* Precision Oncology: a Clinical and Patient Perspective. **Future Oncology**, v. 17, n. 30, p. 3995–4009, 19 out. 2021.

- MAIA, D. DE S. C. Farmacoepidemiologia na terapia molecular oncológica em clínicas privadas de oncologia da cidade de Fortaleza-Ceará. **Dissertação (Mestrado Profissional em Farmacologia Clínica) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.**
- MATIELLO, J. Relação da depleção linfocitária, após irradiação torácica com a sobrevida, em pacientes com tumores de pulmão localmente avançados. **lume.ufrgs**, 2020.
- MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. DE C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758–764, dez. 2008.
- MOTOYAMA, A. B. **Contribuições da Genética Molecular para o Combate ao Câncer.**
- MURAD, A. **Sequenciamento genômico para escolha terapêutica do câncer**. Disponível em: <https://www.em.com.br/colunistas/andre-murad/2025/02/7051498-sequenciamento-genomico-para-escolha-terapeutica-do-cancer.html?utm_source=chatgpt.com#google_vignette%20/%20https://doi.org/10.55905/cuadv16n12-016>. Acesso em: 16 mar. 2025.
- NASSAR, S. F. *et al.* Precision Medicine: Steps along the Road to Combat Human Cancer. **Cells**, v. 9, n. 9, p. 2056, 9 set. 2020.
- ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Câncer**. Disponível em: <[https://www.paho.org/pt/topicos/cancer#:~:text=Em%202022%2C%20houve%20mais%20de,detectados%20precocemente%20e%20tratados%20adequadamente.&text=Na%20Regi%C3%A3o%20das%20Am%C3%A9ricas;p%C3%A2nreas%20\(6%2C6%25\)](https://www.paho.org/pt/topicos/cancer#:~:text=Em%202022%2C%20houve%20mais%20de,detectados%20precocemente%20e%20tratados%20adequadamente.&text=Na%20Regi%C3%A3o%20das%20Am%C3%A9ricas;p%C3%A2nreas%20(6%2C6%25))>. Acesso em: 16 mar. 2025.
- PEREIRA, F. M. *et al.* A revolução da inteligência artificial na medicina: integração tecnológica, barreiras e oportunidades futuras. **LUMEN ET VIRTUS**, v. 15, n. 41, p. 5197–5207, 4 out. 2024.
- PETTERSEN, L. M. C. *et al.* Avanços Recentes na Imunoterapia para o Tratamento do Câncer: Perspectivas e Desafios Clínicos. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 2, p. 1834–1846, 19 fev. 2025.
- RODRIGUES, M. C. *et al.* Novas terapias para o tratamento da leucemia: perspectivas terapêuticas e desafios. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 7, p. 2558–2566, 23 jul. 2024.
- SANTOS, M. K. *et al.* Artificial intelligence, machine learning, computer-aided diagnosis, and radiomics: advances in imaging towards to precision medicine. **Radiologia Brasileira**, v. 52, n. 6, p. 387–396, dez. 2019.
- SHIH, Y.-C. T.; PAN, I.-W.; TEICH, N. Global Challenges in Access to and Implementation of Precision Oncology: The Health Care Manager and Health Economist Perspective. **American Society of Clinical Oncology Educational Book**, n. 42, p. 429–437, jul. 2022.
- TEMPORÃO, J. G. *et al.* Desafios atuais e futuros do uso da medicina de precisão no acesso ao diagnóstico e tratamento de câncer no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 10, 2022a.
- TEMPORÃO, J. G. *et al.* Desafios atuais e futuros do uso da medicina de precisão no acesso ao diagnóstico e tratamento de câncer no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 38, n. 10, 2022b.
- TSIMBERIDOU, A. M. *et al.* Review of precision cancer medicine: Evolution of the treatment paradigm. **Cancer Treatment Reviews**, v. 86, p. 102019, jun. 2020.

UZIEL, D. **Medicina de Precisão: o que é e que benefícios traz?** Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/95-medicina-de-precisao-o-que-e-e-que-beneficios-traz?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em: 16 mar. 2025.

ZHOU, H. *et al.* Radiomics-guided checkpoint inhibitor immunotherapy for precision medicine in cancer: A review for clinicians. **Frontiers in Immunology**, v. 14, 1 mar. 2023.

ZUQUI, R. *et al.* Evolução do tratamento do câncer: terapias alvo e imunoterapia. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 1292–1302, 21 ago. 2023.