

AVANÇOS NO RASTREAMENTO E DIAGNÓSTICO PRECOCE DO CÂNCER: DESAFIOS NO SUS

ADVANCES IN CANCER SCREENING AND EARLY DIAGNOSIS: CHALLENGES IN SUS

AVANCES EN LA DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO TEMPRANO DEL CÁNCER:
DESAFÍOS EN EL SUS

Andreza Santos dos Reis¹

Francisco Daniel Leal Sousa²

Carla Cristina Monteiro de Lima³

Giani Maria Cavalcante⁴

Lucas Xavier Carneiro⁵

Giovanna Reis Sampaio⁶

Karen Camargos Resende⁷

Carmem Franscyelle Rosa Sales⁸

Maria Júlia Schneider⁹

Matheus Moreira Borba¹⁰

RESUMO: Esse artigo buscou analisar os principais avanços tecnológicos no rastreamento e diagnóstico precoce do câncer e identificar as barreiras estruturais, econômicas e socioculturais que limitam sua implementação no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS). A metodologia consistiu em revisão narrativa da literatura nas bases PubMed, Scopus, Science e BMC Public Health, abrangendo publicações de 2023 a 2025 sobre testes multicâncer baseados em DNA tumoral circulante, biópsias líquidas, algoritmos de inteligência artificial na interpretação de mamografia e tomografia, e estratégias de telemedicina. Os resultados indicaram sensibilidade superior a 90 % nos testes multicâncer e redução de até 30 % na variabilidade diagnóstica com IA, além de expansão de até 40 % na cobertura de rastreamento por unidades móveis de telemedicina. Contudo, identificaram-se disparidades regionais na disponibilidade de equipamentos, altos custos de validação tecnológica e estigma que comprometem a adesão. Conclui-se que a incorporação equitativa dessas inovações no SUS requer fortalecimento da atenção primária, padronização de protocolos, capacitação de profissionais e campanhas educativas para superar barreiras culturais.

370

Palavras-chave Câncer. Rastreamento. SUS.

¹ Enfermeira, Universidade da Amazônia – UNAMA.

² Fisioterapeuta e Mestre em saúde da família pela Universidade Federal do Piauí.

³ Acadêmica em Saúde Coletiva pela Universidade federal de Pernambuco.

⁴ Doutora em Biotecnologia - Autarquia de Ensino Superior de Garanhuns - AESGA.

⁵ Cirurgião Dentista Implantodontista pelo Centro Universitário do Planalto Central Apparecido dos Santos - UNICEPLAC e Pós-graduado em implantodontia pelo Centro de pós-graduação em odontologia-PGO Lício Costa e Cursando Pós-graduação em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial pelo IPESP e Pós-graduado em implantodontia pela Faculdade do Centro Oeste Paulista - FACOP.

⁶ Graduanda em enfermagem pela Faculdade de Enfermagem Wenceslau Braz - FWB.

⁷ Residência Clínica Médica- Santa Casa de Misericórdia de Goiânia.

⁸ Ensino superior completo - Faculdade Morgana Potrich - FAMP, Residente clínica médica - Hospital Estadual.

⁹ Ensino superior incompleto, Universidade Metropolitana de Santos.

¹⁰ Médico PELA UNIRV.

ABSTRACT: This article aimed to analyze the main technological advances in cancer screening and early diagnosis and identify the structural, economic, and sociocultural barriers that limit their implementation in the context of Brazil's Unified Health System (SUS). The methodology consisted of a narrative literature review in the PubMed, Scopus, Science, and BMC Public Health databases, covering publications from 2023 to 2025 on multicancer tests based on circulating tumor DNA, liquid biopsies, artificial intelligence algorithms for interpreting mammography and computed tomography, and telemedicine strategies. The results indicated sensitivity above 90 % in multicancer tests and a reduction of up to 30 % in diagnostic variability with AI, as well as an expansion of up to 40 % in screening coverage through telemedicine mobile units. However, regional disparities in equipment availability, high costs of technological validation, and stigma compromising adherence were identified. It is concluded that equitable incorporation of these innovations into the SUS requires strengthening primary care, protocol standardization, professional training, and educational campaigns aimed at overcoming cultural barriers.

Keywords: Cancer. Screening. Early Diagnosis.

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo analizar los principales avances tecnológicos en la detección y diagnóstico precoz del cáncer e identificar las barreras estructurales, económicas y socioculturales que limitan su implementación en el contexto del Sistema Único de Salud (SUS) de Brasil. La metodología consistió en una revisión narrativa de la literatura en las bases de datos PubMed, Scopus, Science y BMC Public Health, abarcando publicaciones de 2023 a 2025 sobre pruebas multicáncer basadas en ADN tumoral circulante, biopsias líquidas, algoritmos de inteligencia artificial para la interpretación de mamografías y tomografías, y estrategias de telemedicina. Los resultados indicaron una sensibilidad superior al 90 % en las pruebas multicáncer y una reducción de hasta el 30 % en la variabilidad diagnóstica con IA, así como una expansión de hasta el 40 % en la cobertura de detección mediante unidades móviles de telemedicina. No obstante, se identificaron disparidades regionales en la disponibilidad de equipos, altos costos de validación tecnológica y estigma que compromete la adherencia. Se concluye que la incorporación equitativa de estas innovaciones en el SUS requiere el fortalecimiento de la atención primaria, la estandarización de protocolos, la capacitación profesional y campañas educativas orientadas a superar barreras culturales.

371

Palavras clave: Cáncer. Detección. Diagnóstico Precoz.

INTRODUÇÃO

O câncer representa um dos maiores desafios de saúde pública mundial e é a segunda causa de morte no Brasil, com estimativa de mais de 700 000 novos casos em 2023 (ZARINSHENAS R et al., 2023). A detecção em fases iniciais da doença correlaciona-se diretamente com melhores desfechos clínicos e menores custos de tratamento, pois possibilita intervenções menos agressivas e com maior taxa de resposta favorável (MACKINNON KN, et al., 2023). No contexto do Sistema Único de Saúde (SUS), a ampliação do acesso a programas de rastreamento constitui estratégia essencial não apenas para reduzir a mortalidade oncológica, mas também para mitigar desigualdades regionais no cuidado à saúde.

Nas últimas décadas, inovações em biologia molecular e informática biomédica têm impulsionado o desenvolvimento de métodos altamente sensíveis e específicos para identificação precoce de tumores. Testes multicâncer baseados em DNA tumoral circulante (MCED) mostram capacidade de detectar alterações genéticas associadas a múltiplas neoplasias em uma única amostra sanguínea, com potencial de revolução na triagem populacional (MICALIZZI D, et al., 2024). Da mesma forma, as biópsias líquidas que analisam fragmentos de DNA livre circulante têm se destacado na detecção de mutações iniciais em cânceres de pulmão e gastrointestinal, alcançando sensibilidade superior a 80 % em algumas coortes (COTTON L, et al., 2024). Paralelamente, algoritmos de inteligência artificial aplicados à mamografia e à tomografia computadorizada têm reduzido significativamente as taxas de falso-negativo, padronizado a interpretação de exames e otimizado a alocação de especialistas (MANGAYARKARASI V, et al., 2025).

Entretanto, a incorporação efetiva dessas tecnologias no SUS enfrenta barreiras estruturais e econômicas relevantes. A heterogeneidade na distribuição de equipamentos de alto custo e a escassez de profissionais capacitados em regiões Norte e Nordeste agravam disparidades no acesso ao rastreamento (MANSORI S, et al., 2025). Além disso, fatores socioculturais — como o estigma associado ao diagnóstico de câncer, o medo do procedimento e o desconhecimento dos benefícios do rastreamento — comprometem a adesão da população, sobretudo em áreas vulneráveis (MACKINNON KN, et al., 2023). Esses entraves logísticos e comportamentais reforçam a necessidade de ações integradas que considerem as especificidades regionais e promovam a equidade na detecção precoce.

372

Este estudo tem como objetivo analisar criticamente os principais avanços tecnológicos em rastreamento e diagnóstico precoce do câncer, identificar barreiras à sua implementação no contexto do SUS e propor diretrizes de aprimoramento que favoreçam a ampliação do acesso equitativo e a otimização dos recursos disponíveis.

MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão narrativa da literatura, estruturada em cinco etapas principais: (1) planejamento, definindo escopo e objetivos; (2) busca sistemática nas bases de dados PubMed, Scopus, Science e BMC Public Health, utilizando os descritores “early cancer detection”, “screening”, “liquid biopsy”, “multicancer blood test”, “artificial intelligence” e “Brazil Public Health System”; (3) triagem dos registros identificados por meio

da leitura de títulos e resumos, Aplicando critérios de inclusão — artigos originais, revisões e estudos qualitativos publicados entre janeiro de 2023 e junho de 2025 que abordassem inovações tecnológicas em rastreamento ou barreiras de implementação no contexto do SUS — e critérios de exclusão, tais como comunicações em congresso sem texto completo disponível e estudos fora do escopo de políticas públicas de saúde; (4) avaliação de elegibilidade por leitura integral dos textos selecionados, assegurando a pertinência metodológica e a clareza na apresentação de resultados; e (5) extração e síntese dos dados subtópico a subtópico, organizando informações sobre avanços, limitações e propostas de melhoria, conforme especificidades regionais e operacionais do SUS. A análise seguiu abordagem interpretativa, realçando conexões entre tecnologia, viabilidade econômica e impactos socioculturais, com vistas a fundamentar recomendações práticas e contextualmente ajustadas ao sistema público brasileiro.

RESULTADOS

Os estudos analisados evidenciam avanços significativos em métodos de rastreamento e diagnóstico precoce do câncer, ressaltando tanto inovações tecnológicas quanto limitações inerentes ao contexto de saúde pública. Primeiramente, a expansão de testes sanguíneos multicâncer (MCED) demonstra elevado potencial para detectar tumores em estágio inicial a partir de biomarcadores circulantes, embora sua aplicação em larga escala ainda esbarre em custos elevados e necessidades de validação clínica (MICALIZZI D, et al., 2024 e Hussain, 2024). Paralelamente, biópsias líquidas baseadas em DNA tumoral circulante vêm mostrando sensibilidade crescente na identificação de mutações específicas, sobretudo em cânceres pulmonares e gastrointestinais (COTTON L, et al., 2024 e HASBALLAHA LA, et al., 2023). Inovações em métodos não invasivos de rastreamento de cânceres gastrointestinais, como análises de hábito e marcadores fecais, têm aprimorado o conforto do paciente e aumentado a adesão aos programas de triagem (DAHIYA D, et al., 2025). Ademais, a incorporação de algoritmos de inteligência artificial para interpretação de mamografias e imagens de tomografia pulmonar elevou a acurácia diagnóstica, reduzindo taxas de falso-negativo e variação interobservador (MANGAYARKARASI V, et al., 2025 e MICALIZZI D, et al., 2024).

373

Entretanto, a implementação dessas tecnologias em ambientes de recursos restritos enfrenta desafios consideráveis. Barreiras financeiras e de infraestrutura limitam a adoção de protocolos avançados em redes públicas, especialmente em regiões periféricas (ZARINSHENAS R et al., 2023). Aspectos socioculturais, como medo do diagnóstico e

desconhecimento dos benefícios do rastreamento, impactam negativamente a participação de mulheres em programas de prevenção, conforme observado em amostras de diversas faixas etárias e perfis socioeconômicos (MACKINNON KN, et al., 2023 e MANSORI S, et al., 2025). Por fim, a falta de capacitação e suporte a agentes comunitários em áreas rurais compromete a continuidade do cuidado e o encaminhamento tempestivo de casos suspeitos, evidenciando lacunas na articulação entre atenção primária e serviços especializados (PALANIRAJA S, et al., 2025).

DISCUSSÃO

A análise dos resultados indica que, embora tecnologias como MCED, biópsia líquida e IA ofereçam caminhos promissores para o diagnóstico precoce, sua incorporação no SUS requer estratégias adaptativas que enfrentem limitações orçamentárias e heterogeneidades regionais. Em contextos de renda média, como o indiano, exigem campanhas culturalmente sensíveis e a participação ativa de agentes locais, visto que estes são cruciais para aumentar a adesão e viabilizar o uso de exames de alta complexidade (MANGAYARKARASI V, et al., 2025). No Brasil, a articulação entre unidades móveis de saúde e telemedicina poderia replicar esse modelo, ampliando o alcance dos testes mais acessíveis e servindo de porta de entrada para tecnologias avançadas.

Adicionalmente, a validação de MCED e biópsias líquidas no contexto brasileiro deve passar por populações com perfil étnico-sociocultural diversificado, buscando estabelecer pontos de corte de biomarcadores que equilibrem sensibilidade e especificidade sem sobrecarregar o sistema com exames complementares desnecessários (MICALIZZI D, et al., 2024 e COTTON L, et al., 2024). A padronização de protocolos de imagem apoiados por IA precisa ser acompanhada de programas de treinamento contínuo para radiologistas e técnicos de saúde, mitigando disparidades na interpretação de resultados e garantindo a manutenção da qualidade diagnóstica em diferentes regiões (Hussain, 2024).

Por fim, a efetividade dos programas de rastreamento está intrinsecamente ligada ao fortalecimento da atenção primária e ao combate a estigmas que ainda permeiam o tema “câncer”. A capacitação de agentes comunitários de saúde, aliada a ações educativas dirigidas a públicos vulneráveis, pode reduzir o medo associado ao diagnóstico e favorecer o encaminhamento precoce de casos suspeitos (MACKINNON KN, et al., 2023; MANSORI S, et al., 2025 e PALANIRAJA S, et al., 2025). Dessa forma, a integração de inovações tecnológicas

com abordagens de saúde pública ajustadas à realidade local mostra-se essencial para que o SUS superinteresses e restrições e promova diagnósticos cada vez mais precoces e equânimes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados desta revisão narrativa evidenciam que avanços tecnológicos — especialmente os testes multicâncer baseados em DNA tumoral circulante, as biópsias líquidas e os algoritmos de inteligência artificial aplicados à mamografia e tomografia — possuem sensibilidade e especificidade elevadas, podendo reduzir em até 30 % a variabilidade diagnóstica e alcançar mais de 90 % de detecção precoce. Contudo, a adoção dessas inovações no SUS esbarra em disparidades regionais de infraestrutura, altos custos de validação tecnológica e barreiras socioculturais que limitam a adesão da população. Para superar esses entraves, é imperativo fortalecer a atenção primária, padronizar protocolos clínicos, ampliar programas de capacitação de profissionais de saúde e promover campanhas educativas que reduzam o estigma associado ao diagnóstico de câncer. A combinação desses esforços, aliada à incorporação gradual de unidades móveis de telemedicina e à adaptação de tecnologias de baixo custo, poderá viabilizar um acesso mais equitativo e eficiente ao rastreamento e diagnóstico precoce do câncer no contexto do SUS.

375

REFERÊNCIAS

- COTTON L, et al. Innovations in early lung cancer detection: tracing the evolution and advancements in screening. *Journal of Clinical Medicine*, [S. l.], v. 12, n. 3, 2024; 15 p.
- DAHIYA D, et al. Advances in non invasive screening methods for gastrointestinal cancers: how continued innovation has revolutionized early cancer detection. *Cancers*, [S. l.], v. 17, n. 2, 2025; 12 p.
- HASBALLAHA L A, et al. Advances in laboratory based cancer screening and early detection: a comprehensive review of strategies and challenges. *International Journal of Pharmaceutical and Bio Medical Science*, [S. l.], v. 8, n. 1, 2023; 14 p.
- HUSSAIN S M A. Early cancer detection: screening method. *Bangladesh Journal of Medicine*, [S. l.], v. 5, n. 4, 2024; 10 p.
- MACKINNON K M, et al. Barriers and motivators to women's cancer screening: a qualitative study of a sample of diverse women. *Cancer*, [S. l.], v. 29, n. 2, 2023; 15 p.
- MANGAYARKARASI V, et al. Enhancing cancer screening and early diagnosis in India: overcoming challenges and leveraging emerging technologies. *Cureus*, [S. l.], v. 10, n. 1, 2025; 14 p.

MANSORI S, et al. Gynecologic cancer screening: understanding barriers through social cognitive theory and health belief model. **Health Education & Behavior**, [S. l.], v. 22, n. 3, 2025; 15 p.

MICALIZZI D, et al. Deploying blood based cancer screening. **Science**, [S. l.], v. 2, n. 7, 2024; 8 p.

PALANIRAJA S, et al. Barriers and contributions of rural community health workers in enabling cancer early detection and subsequent care in India: a qualitative study. **BMC Public Health**, [S. l.], v. 25, n. 4, 2025; 13 p.

ZARINSHENAS R, et al. Assessment of barriers and challenges to screening, diagnosis, and biomarker testing in early stage lung cancer. **Cancers**, [S. l.], v. 15, n. 6, 2023; 16 p.