



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO POR IMAGEM: AVANÇOS, DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES PARA O DIAGNÓSTICO PRECOCE DO CÂNCER DE MAMA

Victoria Tawany Sousa Lima¹, Tainá Braganholi² Fernanda Braghini³

¹Acadêmica do Curso de Biomedicina, Campus Maringá-PR, Universidade Cesumar - UNICESUMAR. Bolsista PIBIC/ICETI- UniCesumar. victoriatawanysousalima@hotmail.com

²Co-orientadora, Mestranda em Promoção da Saúde, Docente no Curso Tecnólogo em Radiologia Híbrido, UNICESUMAR. taina.braganholi@unicesumar.edu.br

³Orientadora, Mestra em Promoção da Saúde, Docente no Curso de Biomedicina Híbrido, UNICESUMAR. fernanda.braghini@unicesumar.edu.br

RESUMO

O câncer de mama é uma das principais causas de morte por neoplasias malignas entre mulheres no mundo. No Brasil, sua elevada incidência configura um grave problema de saúde pública, exigindo estratégias eficazes de prevenção e diagnóstico precoce. A detecção em estágios iniciais da doença eleva significativamente as chances de cura e permite tratamentos menos agressivos. Dentre os principais exames de rastreamento, destaca-se a mamografia digital, que, graças à sua alta resolução e capacidade de manipulação de imagem, facilita a identificação de lesões, principalmente em mamas densas. A tomossíntese mamária, por sua vez, representa um avanço adicional ao fornecer imagens tridimensionais, aumentando a taxa de detecção de tumores invasivos. Mais recentemente, a inteligência artificial tem revolucionado o diagnóstico por imagem, com algoritmos capazes de detectar anomalias com alta precisão e eficiência, superando, em alguns casos, o desempenho humano. No entanto, ainda há obstáculos à sua implementação em larga escala, como infraestrutura, capacitação de profissionais e questões éticas. Este trabalho analisa os principais avanços tecnológicos aplicados ao diagnóstico por imagem do câncer de mama, buscando compreender seu impacto na prática clínica e no contexto do SUS, e seu potencial para promover diagnósticos mais precoces, precisos e acessíveis.

PALAVRAS-CHAVE Câncer de Mama; Diagnóstico por Imagem; Inteligência Artificial; Mamografia; Tomossíntese.

1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama representa uma das doenças mais incidentes entre as mulheres no mundo inteiro e figura como a principal causa de morte por neoplasias malignas na população feminina (INCA, 2023). No Brasil, os dados do Instituto Nacional de Câncer revelam uma alta taxa de incidência e mortalidade, tornando a doença um problema de saúde pública. A relevância do tema mobiliza pesquisadores, profissionais da saúde e gestores públicos na busca por estratégias eficazes de rastreamento, prevenção e diagnóstico precoce (BRASIL, 2015).

A detecção precoce é considerada um dos pilares fundamentais para a redução da mortalidade por câncer de mama. Quando o tumor é identificado em fases iniciais, as chances de cura aumentam substancialmente, podendo ultrapassar 90% em alguns casos (WHO, 2021). Além disso, os tratamentos tendem a ser menos agressivos, com menor necessidade de cirurgias mutiladoras ou quimioterapia, o que melhora significativamente a qualidade de vida das pacientes (GONÇALVES et. al., 2017; ALVES et.al., 2025).

Entre as principais ferramentas disponíveis para o diagnóstico precoce, destaca-se a mamografia, considerada o exame padrão ouro para o rastreamento do câncer de mama. A evolução tecnológica permitiu o desenvolvimento da mamografia digital, que apresenta maior resolução e contraste, facilitando a detecção de lesões suspeitas, principalmente em mamas densas (CORRÊA et. al., 2008). A mamografia digital oferece ainda a vantagem de



permitir a manipulação das imagens, o que contribui para uma interpretação mais acurada por parte dos radiologistas (FREITAS et. al., 2006).

Outro avanço notável no campo da imagem médica foi a introdução da tomossíntese mamária, uma técnica tridimensional que captura múltiplas imagens da mama em diferentes ângulos. Estudos apontam que a tomossíntese melhora a taxa de detecção de cânceres invasivos e reduz a taxa de reconvocação de pacientes para exames complementares (GAO et.al., 2021; FREITAS et. al., 2006). Quando combinada à mamografia digital, essa técnica potencializa a capacidade diagnóstica, especialmente em mulheres com tecido mamário denso (CALDAS et. al., 2024). Apesar dos avanços tecnológicos, ainda persistem inúmeros desafios no acesso aos exames de rastreamento, sobretudo em regiões menos desenvolvidas ou com cobertura limitada do sistema de saúde. A desigualdade regional no Brasil impacta diretamente na detecção precoce, visto que muitas mulheres enfrentam dificuldades para realizar mamografias regulares, seja por falta de equipamentos, profissionais especializados ou informação adequada (FIOCRUZ, 2025; BRASIL, 2015).

Nos últimos anos, a inteligência artificial (IA) tem se destacado como uma aliada promissora na área de diagnóstico por imagem. Algoritmos de machine learning são capazes de analisar grandes volumes de dados e identificar padrões com alta precisão, auxiliando médicos na detecção de anomalias em exames mamográficos (DÍAZ et. al., 2024). A IA contribui não apenas para aumentar a acurácia diagnóstica, mas também para reduzir o tempo de interpretação dos exames e minimizar erros humanos (MELLO, 2023).

Estudos internacionais, como o realizado por pesquisadores da Universidade de Northwestern e publicado na Nature (CHANG et. al., 2025), indicam que sistemas de IA superaram radiologistas em testes de detecção de câncer de mama, com menor taxa de falsos positivos e falsos negativos. No Brasil, iniciativas semelhantes vêm sendo testadas em centros de referência, com resultados animadores quanto à aplicabilidade dessas tecnologias na prática clínica (MELLO, 2023).

A adoção da IA em larga escala, no entanto, ainda enfrenta obstáculos importantes, como a necessidade de validação clínica, treinamento dos profissionais de saúde e investimento em infraestrutura tecnológica. Outro desafio relevante é garantir a ética no uso dos dados, respeitando os princípios de confidencialidade, transparência e equidade no atendimento (BORTOLINI et.al., 2025).

Diante desse cenário, torna-se essencial compreender de forma crítica e sistemática como as tecnologias digitais, especialmente as ferramentas de inteligência artificial, estão sendo implementadas no contexto do diagnóstico do câncer de mama. É fundamental avaliar seu impacto na prática médica, sua integração ao sistema de saúde pública e os possíveis desdobramentos para a equidade no acesso ao cuidado (WHO, 2023; BRASIL, 2015).

Logo, este trabalho visa analisar os avanços tecnológicos aplicados ao diagnóstico por imagem do câncer de mama, com ênfase na mamografia digital, na tomossíntese e nas soluções baseadas em inteligência artificial. Busca-se compreender de que forma essas inovações estão contribuindo para diagnósticos mais precoces, precisos e humanizados. Para isso, serão abordadas cinco vertentes principais: a investigação da aplicação da inteligência artificial em exames mamários por meio de algoritmos de aprendizado de máquina; a avaliação da eficácia da tomossíntese em comparação à mamografia tradicional; a identificação dos benefícios da IA na redução de erros diagnósticos, como falsos positivos e negativos; o levantamento dos desafios e limitações para a implementação dessas tecnologias no Sistema Único de Saúde (SUS) e na rotina clínica; e, por fim, a reflexão sobre o impacto dessas inovações no prognóstico das pacientes e no planejamento de estratégias terapêuticas mais eficazes. A análise proposta visa não apenas discutir o estado dessas tecnologias, mas também apontar complexidades para sua consolidação em contextos clínicos diversos, contribuindo para o fortalecimento das



políticas públicas de saúde e para a melhoria dos desfechos clínicos no enfrentamento do câncer de mama.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho será desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica narrativa com enfoque descritivo, tendo como objetivo analisar os principais avanços tecnológicos no diagnóstico por imagem do câncer de mama, especialmente no que se refere à mamografia digital, tomossíntese e ao uso de ferramentas de inteligência artificial. A revisão contemplará publicações científicas, documentos institucionais e reportagens de fontes confiáveis, compreendendo o período de 2010 a 2025, com o intuito de reunir dados atualizados e relevantes sobre a temática.

As buscas serão realizadas em bases acadêmicas e científicas amplamente reconhecidas, tais como SciELO (Scientific Electronic Library Online), Acervo Mais, PubMed, Google Scholar, além de portais jornalísticos de credibilidade, como BBC News. Os critérios de inclusão abrangerão artigos, revisões sistemáticas, relatórios técnicos e publicações que abordassem diretamente os métodos de rastreamento, técnicas de imagem médica, aplicação da inteligência artificial no diagnóstico de câncer de mama, bem como desafios enfrentados no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS).

Serão priorizados estudos que apresentem dados empíricos, análises comparativas entre técnicas de imagem, relatos de aplicação clínica e reflexões sobre a equidade no acesso aos exames. Após a seleção, o conteúdo dos materiais será analisado qualitativamente, buscando identificar tendências, limitações e perspectivas futuras para a adoção dessas tecnologias na prática clínica. A sistematização da literatura permitirá embasar as discussões do presente trabalho, contribuindo para uma compreensão crítica e fundamentada do cenário atual e dos desdobramentos possíveis no enfrentamento do câncer de mama.

3 RESULTADOS ESPERADOS

É esperado que ao final do projeto, seja possível compreender os impactos das tecnologias no diagnóstico precoce do câncer de mama. Evidenciando as vantagens e benefícios da incorporação da inteligência artificial, mamografia digital e da tomossíntese no processo diagnóstico, destacando também em como elas podem contribuir para a redução de falsos positivos e negativos.

Pretende-se apontar os principais desafios enfrentados na implementação dessas tecnologias, tanto na rede pública quanto privada, contribuindo para reflexões sobre melhorias no rastreamento e na democratização dessas tecnologias para o acesso ao diagnóstico precoce. Pretende-se ainda compreender o impacto dessas inovações no prognóstico e no direcionamento terapêutico das pacientes, reforçando a importância de políticas públicas que incorporem tais avanços de forma contínua e responsável.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. C. G.; OLIVEIRA, S. C. M. DE; ARRUDA, F. DOS S. **Impacto do Rastreamento e Diagnóstico Precoce no Tratamento do Câncer de Mama: Revisão Integrativa**. Saúde Coletiva (Barueri), v. 15, n. 93, p. 14380–14401, 21 fev. 2025.

Disponível em:

<https://revistasaudecoletiva.com.br/index.php/saudecoletiva/article/view/331>



BORTOLINI, Vanessa. S.; GARCIA, Alexandre S.; ENGELMANN, Wilson. Uso ético da inteligência artificial na saúde: uma revisão sistemática da literatura. *Revista jurídica Gralha Azul - TJPR*, v. 1, n. 28, 2025. Disponível em: <https://revista.tjpr.jus.br/gralhaazul/article/view/196>

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes para a detecção precoce do câncer de mama no Brasil**. 2015. Disponível em: https://www.inca.gov.br/sites/ufu.sti.inca.local/files//media/document//diretrizes_deteccao_precoce_cancer_mama_brasil.pdf. Acesso em: 18 maio 2025.

CALDAS, Cibele R.; MARTINS, Jessica F. F.; COUTINHO, Ana C. do N.; TAUCHERT, Lianara K.; BORGES, Rafaela L. Tomossíntese digital no câncer de mama: uma revisão sistemática. *Journal Archives of Health, [S. l.]*, v. 5, n. 3, p. e1950, 2024. DOI: 10.46919/archv5n3espec-265. Disponível em: <https://ojs.latinamericanpublicacoes.com.br/ojs/index.php/ah/article/view/1950>. Acesso em: 14 sep. 2025.

CHANG, Yun-Woo.; RYU, Jung K., AN, Jin K.; CHOIM Nami; PARK, Young M.; KO, Kyung H.; HAN, Kyunghwa. Artificial intelligence for breast cancer screening in mammography (AI-STREAM): preliminary analysis of a prospective multicenter cohort study. *Nat Commun* 16, 2248, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-57469-3>

CORRÊA, Rosângela S.; PEIXOTO, João E.; SILVER, Lynn D.; DIAS, Cintia M.; NOGUEIRA, Maria S.; HWANG, Suy F.; FERREIRA, Rubemar S. **Impacto de um programa de avaliação da qualidade da imagem nos serviços de mamografia do Distrito Federal**. *Radiologia Brasileira*, v. 41, n. 2, p. 109–114, abr. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-39842008000200010>

DÍAZ, Oliver; RODRÍGUEZ-RUÍZ, Alejandro; SECHOPOULOS, Ioannis. **Artificial Intelligence for breast cancer detection: Technology, challenges, and prospects**. *European journal of radiology*, v. 175, p. 111457–111457, 1 jun. 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X24001736>

FIOCRUZ. Estudo indica desigualdade no acesso ao diagnóstico do câncer de mama. *Fiocruz*, 2025. Disponível em: <https://fiocruz.br/noticia/2025/02/estudo-indica-desigualdade-no-acesso-ao-diagnostico-do-cancer-de-mama>. Acesso em: 14 de set, 2025.

FREITAS, Andréa G.; KEMP, Claudio; LOUCEIRA, Maria H.; FUJIWARA, Sandra M. CAMPOS, Leandro F. **Mamografia digital: visão atual e aplicações futuras**. *Radiologia Brasileira*, v. 4, pág. 287–296, 1 atrás. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/LBq8gTZmF8JPM4FLSjFbbQk/?lang=pt>

GAO, Y.; MOY, L.; HELLER, S. Digital breast tomosynthesis: update on technology, evidence, and clinical practice. *Radiographics*, v. 41, n. 2, p. 321-337, 2021. DOI: 10.1148/rg.2021200101.

GONÇALVES, C. V.; CAMARGO, Valéri P.; CAGOL, Jussara M.; MIRANDA, Bruna; MENDONZA-SASSI, Raul A. **O conhecimento de mulheres sobre os métodos para prevenção secundária do câncer de mama**. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, p. 4073–4082, 1 dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320172212.09372016>



INCA – Instituto Nacional de Câncer. **Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil**. Rio de Janeiro: INCA, 2023. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/estimativa-2023-incidencia-de-cancer-no-brasil>. Acesso em: 18 maio 2025.

MELLO, Juliana M. R. B. **Inteligência artificial na imagiologia mamária**. Radiologia Brasileira, v. 56, p. V–VI, 22 dez. 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-3984.2023.56.5e1>

WHO – World Health Organization. Global breast cancer initiative implementation framework: assessing, strengthening and scaling up of services for the early detection and management of breast cancer. Geneva: WHO, 2023. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240067134>