

## UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O RASTREIO DO CÂNCER DE MAMA: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

### USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR BREAST CANCER SCREENING: AN INTEGRATIVE REVIEW

### USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN DEL CÁNCER DE MAMA: UNA REVISIÓN INTEGRADORA

Matheus de Souza Machado Barboza<sup>1</sup>

Davi Carminatti Amarante<sup>2</sup>

Nikollas Oliveira da Silva<sup>3</sup>

Lucas Gabriel Braz da Silva<sup>4</sup>

Emílio Conceição de Siqueira<sup>5</sup>

**RESUMO:** O estudo teve como objetivo a análise do uso de ferramentas associadas a inteligência artificial no manejo do paciente com o diagnóstico ou suspeição de câncer de mama, em específico na investigação da paciente mulher em idade de rastreamento. Propõe uma pesquisa qualitativa, de natureza fundamental de pesquisa exploratória, em específico por meio de uma revisão integrativa de literatura. A Inteligência Artificial apresenta potencial para reduzir desigualdades no acesso ao diagnóstico, especialmente em populações rurais e de baixa renda, superando barreiras geográficas e estruturais. No entanto, sua eficácia depende da representatividade dos dados de treinamento, da transparência algorítmica, e da aceitação cultural e ética por parte dos pacientes e profissionais de saúde. Embora os avanços sejam promissores, a incorporação da IA no rastreamento do câncer de mama deve ser acompanhada de validação multicêntrica, monitoramento contínuo, e capacitação profissional, garantindo que os benefícios clínicos sejam reais, sustentáveis e equitativos. Assim, mais estudos são necessários para avaliar a longo prazo e com mais participantes, o que trará maior solidez para os achados.

5344

**Palavras-chave:** Neoplasias da Mama. Investigação Epidemiológica. Sistemas Inteligentes.

**ABSTRACT:** This study aimed to analyze the use of artificial intelligence-based tools in the management of patients diagnosed with or suspected of breast cancer, specifically in the investigation of women of screening age. It proposes qualitative, fundamental exploratory research, specifically through an integrative literature review. Artificial Intelligence has the potential to reduce inequalities in access to diagnosis, especially in rural and low-income populations, overcoming geographic and structural barriers. However, its effectiveness depends on the representativeness of training data, algorithmic transparency, and cultural and ethical acceptance by patients and healthcare professionals. Although advances are promising, the incorporation of AI into breast cancer screening must be accompanied by multicenter validation, continuous monitoring, and professional training to ensure that the clinical benefits are real, sustainable, and equitable. Therefore, further studies are needed to evaluate the long-term outcomes and with more participants, which will provide greater robustness to the findings.

**Keywords:** Breast Neoplasms. Epidemiological Research. Intelligent Systems.

<sup>1</sup>Discente, Faculdade de Medicina de Valença.

<sup>2</sup>Discente, Faculdade de Medicina de Valença.

<sup>3</sup>Discente, Faculdade de Medicina de Valença.

<sup>4</sup>Discente, Faculdade de Medicina de Valença.

<sup>5</sup>Professor orientador, Faculdade de Medicina de Valença.

**RESUMEN:** Este estudio tuvo como objetivo analizar el uso de herramientas basadas en inteligencia artificial en el manejo de pacientes con diagnóstico o sospecha de cáncer de mama, específicamente en la investigación de mujeres en edad de cribado. Se propone una investigación exploratoria fundamental y cualitativa, específicamente mediante una revisión bibliográfica integradora. La inteligencia artificial tiene el potencial de reducir las desigualdades en el acceso al diagnóstico, especialmente en poblaciones rurales y de bajos ingresos, superando barreras geográficas y estructurales. Sin embargo, su efectividad depende de la representatividad de los datos de entrenamiento, la transparencia algorítmica y la aceptación cultural y ética por parte de pacientes y profesionales sanitarios. Si bien los avances son prometedores, la incorporación de la IA al cribado del cáncer de mama debe ir acompañada de validación multicéntrica, monitorización continua y formación profesional para garantizar que los beneficios clínicos sean reales, sostenibles y equitativos. Por lo tanto, se necesitan más estudios para evaluar los resultados a largo plazo y con un mayor número de participantes, lo que aportará mayor solidez a los hallazgos.

**Palabras clave:** Neoplasias de mama. Investigación epidemiológica. Sistemas inteligentes.

## INTRODUÇÃO

O câncer é um conjunto de doenças caracterizadas pelo crescimento celular desordenado, invasão tecidual e, em alguns casos, disseminação para locais distantes do corpo (metástase). Entre os diferentes tipos, o câncer de mama ocupa posição de destaque, sendo a principal causa de morte por câncer entre mulheres em todo o mundo e apresentando elevada incidência e mortalidade. Estima-se que cerca de 2 milhões de novos casos sejam diagnosticados anualmente, e a detecção precoce permanece como um dos fatores mais relevantes para o sucesso terapêutico. A mamografia é o principal método de rastreamento, tendo evoluído do sistema tela-filme para o digital e, mais recentemente, para a tomossíntese mamária digital, conhecida pela sigla DBT (Vedantham S, et al., 2022).

Programas populacionais de rastreamento têm contribuído para a redução da mortalidade, mas apresentam limitações, incluindo sobrediagnóstico e sobretratamento do paciente. Esses fenômenos, embora inevitáveis em estratégias populacionais, exigem que o profissional de saúde avalie cuidadosamente a relevância clínica de cada achado. Nesse contexto, a Inteligência Artificial (IA), área da ciência da computação que busca desenvolver sistemas capazes de executar tarefas associadas à inteligência humana, surge como ferramenta promissora no rastreamento do câncer de mama. Entre seus subcampos, destacam-se o aprendizado de máquina (ML) e o aprendizado profundo (DL), capazes de identificar padrões complexos a partir de grandes volumes de dados (Freeman K, et al., 2021; Hernström V, et al., 2025).

Aplicada à mamografia, ultrassonografia e ressonância magnética (RM), a IA tem demonstrado potencial para melhorar a sensibilidade e a especificidade diagnóstica, priorizar casos de maior risco, classificar lesões e avaliar a densidade mamária, fator que influencia tanto o risco quanto a capacidade de detecção do exame. Tecnologias aprovadas pela Food and Drug Administration (FDA), como o Saige-Q e o Transpara, mostram desempenho promissor, enquanto modelos como o MIRAI destacam-se na estimativa personalizada de risco (Bahl M, 2021; Potnis KC, et al., 2022).

Os dados mais recentes indicam que sistemas comerciais de IA já atingem desempenho comparável ou até superior ao de radiologistas em determinados cenários, inclusive na detecção de cânceres invasivos linfonodo-negativos, que são clinicamente relevantes e com bom prognóstico quando tratados precocemente. Estudos retrospectivos com grandes amostras, como o realizado pelo programa BreastScreen Norway, demonstraram altas áreas sob a curva de característica de operação do receptor (ROC) - (AUC) e a capacidade de reduzir a carga de trabalho dos radiologistas ao filtrar exames de baixo risco (Hernström V, et al., 2025; Larsen M, et al., 2024).

Ensaio prospectivos, como o MASAI, reforçam que a IA pode manter a taxa de falsos positivos estável, reduzir significativamente a carga de leitura e aumentar a detecção de tumores de maior grau histológico. Além disso, pesquisas sugerem que a IA pode contribuir para um rastreamento baseado em risco, personalizando intervalos de triagem e otimizando recursos. Apesar do potencial, permanecem desafios importantes. Muitos dispositivos aprovados pela FDA foram validados apenas com dados retrospectivos, frequentemente enriquecidos com maior proporção de casos positivos, o que pode superestimar o desempenho (Potnis KC, et al., 2022).

Faltam estudos que mensuram desfechos clínicos reais, como redução de mortalidade ou impacto na qualidade de vida, e há preocupações éticas e sociais envolvendo transparência algorítmica, representatividade populacional nos dados de treinamento e aceitabilidade por pacientes e médicos (Potnis KC, et al., 2022; Pearce A, et al., 2025; Hendrix N, et al., 2021; Sechopoulos I, Mann RM, 2020; Dembrower K, et al., 2020). Questões como mau desempenho com dados fora da distribuição, risco de “aprendizado de atalho” e vulnerabilidade a ataques adversariais reforçam a necessidade de validação robusta e monitoramento contínuo (Freeman K, et al., 2021; Vedantham S, et al., 2022).

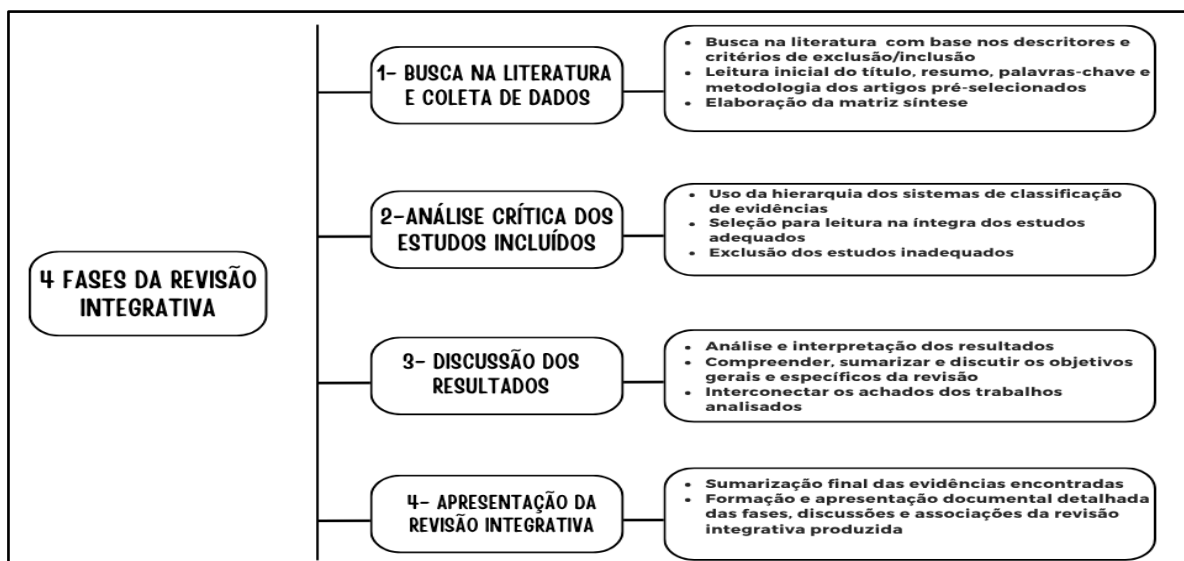
A percepção da população e dos profissionais sobre o uso da IA no rastreamento é majoritariamente favorável quando a tecnologia atua como complemento — e não substituto — do julgamento clínico humano. Preferências incluem elevada sensibilidade e especificidade, participação do radiologista na interpretação final, clareza nas decisões algorítmicas e evidência científica sólida de benefício clínico. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar criticamente o papel da Inteligência Artificial no rastreamento do câncer de mama, explorando seu potencial para otimizar a detecção precoce, reduzir a sobrecarga de trabalho dos radiologistas e personalizar estratégias de rastreamento, bem como discutir as limitações, os riscos e as necessidades de pesquisa futura para assegurar benefícios clínicos reais e sustentáveis (Dembrower K, et al., 2020; Freeman K, et al., 2021; Mann RM, 2020).

## MÉTODOS

O estudo propõe uma pesquisa qualitativa, de natureza fundamental de pesquisa exploratória, em específico por meio de uma revisão integrativa de literatura. Os critérios de elegibilidade contemplam temporalmente artigos de 2020 a junho de 2025, metodologicamente exclui-se trabalhos de conclusão de curso, monografias, teses e demais trabalhos não associados às instituições científicas, além de trabalhos com viés de financiamento. Incluiu-se estudos associados ao tema por meio dos descritores “Triage”, “Câncer de Mama” e “Inteligência Artificial”, que são preconizados pelo DECS - Descritores em Ciências da Saúde, da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), com a estratégia de incremento com o uso de operadores booleanos. A metodologia associa-se à Medicina Baseada em Evidência, em que foram rigorosamente analisados artigos das bases de dados da PubMed, Scielo e Lilacs, visando maior esclarecimento da pergunta norteadora “A utilização da inteligência artificial para o rastreio do câncer mamário é eficaz e tem sido utilizada?” (El Dib, 2007).

A elaboração da revisão integrativa baseia-se em 4 fases de execução: busca ou amostragem na literatura preconizada com ação de coleta de artigos pré-selecionados, análise crítica dos estudos incluídos, sumarização crítica com discussão dos resultados e conclusão com apresentação da revisão integrativa. A Imagem 1 resume as peculiaridades da execução de cada fase (Carvalho et al., 2010; El Dib, 2007; Ramos et al., 2025).

**Imagem 1** - Fases da revisão integrativa

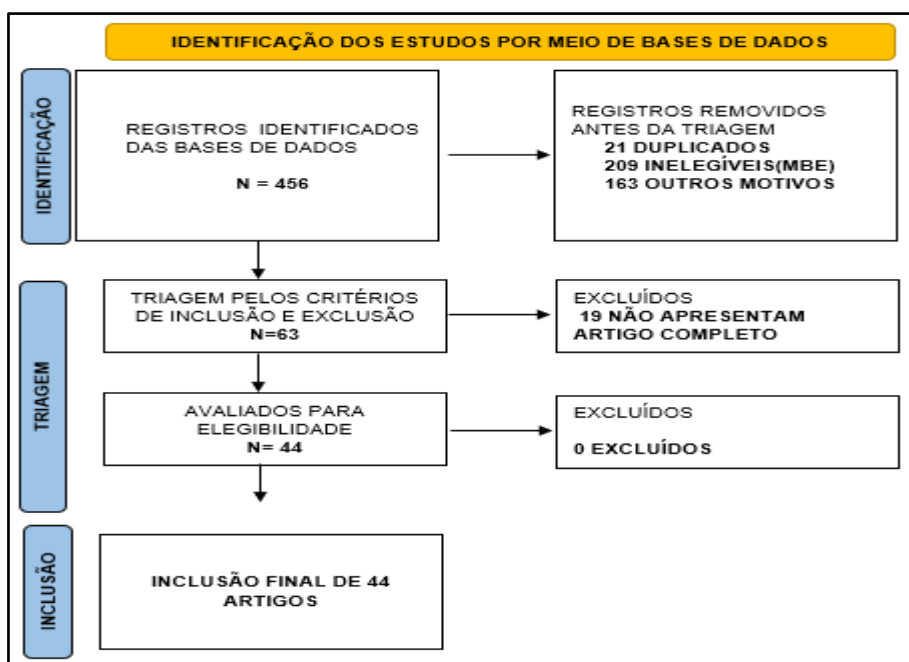


**Fonte:** Carvalho et al., 2010; El Dib, 2007; Ramos et al., 2025.

Consoante à resolução CNS número 466/2012 e 001-2013, além da CNS número 510/2016, a utilização de referências de literatura de base de dados em que não se refere diretamente durante a execução do trabalho o envolvimento de seres humanos e de animais, não pressupõe a submissão ao comitê de ética em pesquisa (CEP) e do uso de animais (CEUA) para a elaboração do trabalho( Brasil, 2012). Ademais, os artigos foram selecionados conforme a Imagem 2:

5348

**Imagem 2** - Seleção dos artigos



**Fonte:** Elaborado pelos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ÉTICA E O USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O uso de Inteligência Artificial (IA) pode ser efetivado como um assistente de um radiologista na detecção de cânceres adicionais, como leitores independentes para diminuição de carga de trabalho e como auxiliar em tratamentos de câncer já estabelecido. Um estudo feito na Suécia demonstrou que mulheres que utilizam o serviço de rastreio de câncer de mama sugerem o uso de IA como ferramenta auxiliar não substitutiva da mão de obra de médicos radiologistas, apesar do incremento do tempo e da quantidade de consultas necessárias. A confiabilidade na IA foi atribuída à transparência nos mecanismos utilizados pelo algoritmo, pela completude da análise realizada e a participação de um médico no parecer. As características na abordagem como empatia, alta capacidade de compreensão da linguagem e intuição são pontos positivos que podem não ser efetivos no uso exclusivo de IA (Actis, 2021; Musubire et al., 2024).

A responsabilização de erros no rastreio tende a ser uma questão ética relevante. Uma pesquisa demonstrou que pacientes apresentam receio das consequências dos erros na análise do câncer por meio de algoritmos, tendo em vista a possibilidade do equívoco ser sistemático e influenciar vários pacientes, além do fato da responsabilização médica pelos fatos supracitados. A tolerância ao erro tende a ser menor quando a IA é utilizada. Ademais, a confiança no uso de IA é favorecida pelo alto grau de confiabilidade no sistema de saúde, levando em consideração as características socioeconômicas da população (Musubire et al., 2024; Xiques-Molina et al., 2025).

As estratégias consolidadas de rastreio de câncer de mama pressupõe uma homogeneidade populacional quanto ao acesso médico, porte de infraestrutura de equipamentos médicos e padrão social, econômico e cultural. Uma revisão bibliográfica feita com 7629 artigos demonstrou que as disparidades entre as populações devem ser levadas em consideração, principalmente no contraste socioeconômico entre populações de países com alta e baixa renda, mas principalmente entre população majoritariamente urbana ou rural. As tecnologias apoiadas por IA podem superar barreiras como distância geográfica, baixo acesso ao atendimento médico e ampliar o rastreio de câncer de mama de forma precoce em populações rurais (Xiques-Molina et al., 2025).

O uso da IA deve levar em consideração as características de percepção de saúde e restrições culturais consoante à população assistida. Em países multiétnicos as preocupações da

violação das tradições e crenças é uma limitante e variável que deve ser levada em consideração, além do perfil socioeconômico, por meio da análise de suas preferências, entendimento de saúde e perfil cultural, visando a melhoria na adesão e o respeito às etnias locais. Populações com aportes diferentes podem apresentar tempos de diagnósticos amplamente diferentes, o que impacta diretamente na sobrevida do paciente. Mulheres que vivem em ambientes rurais apresentam maior probabilidade de serem diagnosticadas com câncer mamário em estágio avançado, quando comparado com as urbanas (Xiques-Molina et al., 2025).

Antes do uso de IA é necessário adquirir a confiança no sistema de saúde. É necessário maior comunicação e transparência com os pacientes sobre a eficácia de sua implementação. As tecnologias apoiadas por IA podem superar barreiras que impedem o rastreamento precoce em populações com baixo aporte em saúde. Levando em consideração as atuais barreiras socioeconômicas e culturais no rastreamento precoce do câncer mamário, o uso de IA deve ser levado em consideração pelo rompimento com as barreiras e ampliação do acesso supracitado, melhorando a sobrevida e aproximando a porcentagem de rastreamento em ambiente rural com o ambiente urbano (Xavier et al., 2024).

## IMPACTOS DIRETOS NO DIAGNÓSTICO

5350

Sabe-se que o rastreamento de câncer de mama é pequeno perto da população mundial atual, além do crescimento populacional e envelhecimento, que aumentam a demanda por rastreamento e podem aumentar o número de diagnósticos. O uso de IA pode cobrir o excedente de rastreios com estratégias preconizadas e validadas, como ressonância magnética (RM), ultrassonografia (USG), tomografia por emissão de pósitrons (PET) e, de forma principal, a mamografia. As mudanças populacionais supracitadas podem incrementar a mortalidade mundial do câncer de mama para 1 milhão, levando a projeção até o ano de 2040. Ademais, a IA colabora para o processamento de informações genéticas e moleculares, que favorece o rastreamento e a intervenção focada em características pessoais (Medina et al., 2020; Srinivasu et al., 2024).

A utilização de algoritmos que levam em consideração informações laboratoriais, de imagem, de conhecimento médico especializado e suas conclusões diagnósticas facilitam e dão eficácia em diagnósticos. A interpretação de imagens por meio de IA possibilita diferentes abordagens, desde o rastreamento ao acompanhamento médico. A modulação para o aprendizado de máquina e criação de algoritmos possivelmente tem capacidade de melhorar prognósticos,



aprimoramento de diagnóstico precoce e reduzir o impacto global da doença (Medina et al., 2020; Srinivasu et al., 2024).

Um estudo experimental analisando a rede neural perceptron multicamada Cat Boost usado no rastreamento do câncer de mama apresentou excelentes resultados teórico-práticos. A utilização preconiza transparência no modelo de decisão, representação visual simples de complexas relações das características e variáveis analisadas, com uma precisão geral de 99,3%, apesar de necessidade evidenciada de avaliação posterior para ajustes minuciosos de hiperparâmetros associados ao câncer de mama e alteração do treinamento sequencial do modelo supracitado (Bitencourt, 2024; Srinivasu et al., 2024).

Entretanto, é necessário entendermos a verdadeira repercussão da IA. Um estudo experimental prospectivo, randomizado, mostra-se eficaz para entender tal impacto, evidenciando, se há, eficiência para detectar cânceres avançados, falsos positivos e falsos negativos, por exemplo. Contribuindo com a sobrevivência desses pacientes. Com os profissionais sendo continuamente capacitados para melhor uso da ferramenta. É fato que quanto mais cedo o diagnóstico, mais positivo tende ser o tratamento, motivo pelo qual, diversos países investem pesadamente no rastreamento. Mas, o rastreamento pode gerar danos, como o sobrediagnóstico, que detectam doenças que não causaram sintomas ou prejuízos durante a vida do paciente e o sobretreamento, muitas vezes relacionado ao sobrediagnóstico, tornando um efeito cascata. (Freeman K, et al., 2021; Dembrower K, et al., 2020)

5351

## IMPACTO FINANCEIRO E NA GESTÃO

O financiamento público da saúde está em voga pelos altos custos e impactos nos gastos estatais. O aprimoramento do diagnóstico precoce e facilitação do tratamento individualizado promovido pelo uso de IA tem potencial para reduzir os impactos financeiros, principalmente em escala estatal, devido à responsabilidade governamental nas mudanças estruturais da saúde pública. Um estudo experimental mostrou que a incorporação do aprendizado de máquina contribuiu para redução das despesas com saúde e melhoria dos resultados do diagnóstico de forma concomitante (Avendaño et al., 2023; Srinivasu et al., 2024).

Percebe-se uma lacuna de evidências acerca do uso de IA em populações rurais e, ainda mais, em populações de países de baixa renda. Sugere-se maiores estudos para fortalecimento e estruturação teórica e prática para validação do uso de IA no rastreamento do câncer de mama e seus aspectos culturais, étnicos, socioeconômicos, geográficos, tecnológicos e de infraestrutura



médica. A incorporação do aprendizado de máquina pode somar para redução das despesas com saúde e melhoria dos resultados do diagnóstico de forma concomitante, apesar de necessitar de mais estudos, como no uso de triagem com utilização de inteligência artificial e na diminuição de consultas de retorno( LIN et al.,2025).

## USO DE IA NA TRIAGEM E NA REDUÇÃO DA CARGA DE TRABALHO

O uso foca na tentativa de reduzir a frequência de exames e mamografia sem interferir na detecção precoce de tumores, além disso, pode ser utilizada para melhorar e padronizar as imagens, detectando inconsistências, por exemplo. Sua utilização também é voltada para mensurar o risco individual, adequando protocolos específicos. Embora grande potencial para triagem, a comparação feita com radiologista foi realizada em ambientes laboratoriais, comprometendo a fidelidade da comparação. O principal objetivo da sua implementação é reduzir a carga de trabalho do médico sem comprometer a efetividade, podendo atuar como um segundo leitor. (Vedantham S, et. al., 2023; Dembrower K, et al., 2020; Sechopoulos I, Mann RM, 2020).

Um estudo analisou as preferências dos médicos da atenção primária nos Estados Unidos, revelando os 4 principais atributos valorizados, sendo a alta sensibilidade, alta especificidade, radiologistas participando ativamente da tomada de decisão e transparência da IA. Esse estudo montou 3 grupos com base nas análises, o primeiro grupo “Sensibilidade em Primeiro Lugar”, que prioriza a sensibilidade acima de outros atributos, o segundo grupo “Contra a Autonomia da IA”, que prefere que o radiologista confira todas as imagens e o terceiro grupo “Trocias Incertas”, que considera todos os atributos igualmente importantes. Além disso, a opinião médica mostrou-se favorável para o uso de IA na filtragem de exames negativos, à medida que, 76% dos radiologistas aceitariam o uso da IA para esse tipo de triagem, sem a necessidade da confirmação do radiologista (Hendrix N, et al., 2021).

Aplicações aprovadas pela Food and Drug Administration (FDA), para mamografia (MMG), ultrassonografia (USG) e ressonância magnética (RM) abrangem as funções interpretativas (detecção, classificação, triagem) até funções não interpretativas (avaliação de densidade, controle de qualidade), evidenciado que a IA tem potencial para aumentar o desempenho e qualidade, além da sua capacidade de personalizar o rastreamento e otimizar o fluxo de trabalho (Bahl M, 2021).

## REDUÇÃO DO TEMPO DIAGNÓSTICO

A demora na entrega de resultados em mamografias de rastreamento é um desafio enfrentado por muitos centros de diagnóstico, impactando negativamente o tempo de atendimento às pacientes. Foi realizado um estudo prospectivo, randomizado, não cego e controlado, com objetivo de avaliar se a implementação de um sistema de inteligência artificial (IA) poderia acelerar o processo de diagnóstico, especialmente para casos suspeitos de câncer de mama. A proposta foi utilizar a IA para priorizar pacientes que necessitam de avaliação imediata, possibilitando exames adicionais e diagnóstico na mesma consulta. Os principais desfechos analisados foram o tempo até a obtenção de imagens adicionais ( $T_a$ ) e o tempo até o diagnóstico por biópsia ( $T_b$ ). Os resultados mostraram que o grupo experimental teve uma redução significativa nos tempos médios:  $T_a$  foi 25% menor (6,4 dias a menos) e  $T_b$  foi 30% menor (16,8 dias a menos), o presente estudo teve significância estatística (Friedewald et al., 2025).

Assim, a priorização por IA tem potencial para melhorar significativamente o fluxo de atendimento em mamografias de rastreamento, especialmente para pacientes com maior risco de câncer de mama. Além de acelerar o diagnóstico, essa abordagem pode contribuir para reduzir a ansiedade das pacientes, aumentar a adesão ao tratamento e minimizar desigualdades no acesso ao cuidado. O fato de todos os casos de câncer terem sido corretamente priorizados pela IA reforça a eficácia da tecnologia como ferramenta de apoio à decisão clínica (Miller-Kleinhenz et al., 2021).

5353

## VIÉS DO LEITOR

Existem três principais formas de implementar sistemas de inteligência artificial (IA) para detecção assistida por computador (CAD) em mamografia. A primeira é como leitor independente, substituindo um dos dois radiologistas em leitura dupla. A segunda é como ferramenta de triagem, categorizando os exames com base na probabilidade estimada de câncer, o que pode influenciar subconscientemente o ponto de operação do radiologista devido ao enriquecimento da amostra (maior proporção de câncer em relação à população geral). A terceira forma é como assistente simultâneo, oferecendo suporte à decisão antes que o radiologista finalize sua avaliação, exigindo estudos específicos para entender como diferentes profissionais são afetados por esse tipo de interação (Rezazade Mehrizi et al., 2023).

Um estudo identificou dois tipos de viés de automação: (1) a mudança do ponto de operação do radiologista em direção ao da IA, o que pode ser benéfico em triagens de alto risco; e (2) a dependência excessiva de sugestões errôneas da IA, que pode levar a erros evitáveis. Radiologistas mudaram suas avaliações de positiva para negativa em até 41% dos casos, sendo que entre 31% e 38% dessas mudanças estavam incorretas. Esse comportamento foi mais comum entre profissionais menos experientes e está alinhado com achados de estudos anteriores (Al-Bazzaz, Janicijevic, & Strand, 2024).

Logo, a implementação da IA como assistente simultâneo exige atenção especial, pois pode alterar significativamente a sensibilidade e especificidade dos radiologistas, dependendo da prevalência percebida de câncer nos exames. Esses efeitos de interação não são facilmente previsíveis, tornando essencial o monitoramento contínuo do desempenho dos profissionais após a adoção da IA (Al-Bazzaz, Janicijevic, & Strand, 2024).

## CONCLUSÃO

A análise integrativa realizada demonstra que a Inteligência Artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta de alto impacto na triagem e rastreamento do câncer de mama, com aplicações que vão desde a interpretação de imagens médicas até a personalização de protocolos de rastreio. Modelos como o CatBoost com rede neural perceptron multicamada apresentaram precisão diagnóstica de 99,3%, evidenciando robustez na classificação de lesões mamárias e na priorização de casos de alto risco.

Estudos prospectivos, como o de Friedewald et al. (2025), mostraram que a IA pode reduzir em 25% o tempo até exames adicionais ( $T_a$ ) e em 30% o tempo até diagnóstico por biópsia ( $T_\beta$ ), o que representa uma melhoria significativa na eficiência do fluxo de atendimento e na redução da ansiedade das pacientes. Além disso, sistemas como o MIRAI demonstraram capacidade de estimar risco individual com alta acurácia, contribuindo para estratégias de rastreamento baseadas em risco.

A IA também mostrou-se eficaz na redução da carga de trabalho dos radiologistas, atuando como segundo leitor ou ferramenta de triagem automatizada, com aceitação de até 76% dos profissionais para filtragem de exames negativos sem necessidade de revisão humana. No entanto, a implementação da IA como assistente simultâneo revelou viés de automação, com alterações de decisão clínica em até 41% dos casos, sendo 31% a 38% dessas mudanças incorretas, especialmente entre profissionais menos experientes.

Outro ponto crítico é o viés de seleção presente em muitos estudos de validação, que utilizaram bases de dados retrospectivas com alta prevalência de casos positivos. Esse enriquecimento artificial pode superestimar a performance dos algoritmos, comprometendo sua aplicabilidade em cenários reais de baixa prevalência, como programas populacionais de rastreamento. Adicionalmente, a IA apresenta potencial para reduzir desigualdades no acesso ao diagnóstico, especialmente em populações rurais e de baixa renda, superando barreiras geográficas e estruturais. No entanto, sua eficácia depende da representatividade dos dados de treinamento, da transparência algorítmica, e da aceitação cultural e ética por parte dos pacientes e profissionais de saúde.

Portanto, embora os avanços sejam promissores, a incorporação da IA no rastreamento do câncer de mama deve ser acompanhada de validação multicêntrica, monitoramento contínuo, e capacitação profissional, garantindo que os benefícios clínicos sejam reais, sustentáveis e equitativos.

## REFERÊNCIAS

ACTIS, A. M. Consideraciones bioéticas en relación con el uso de la inteligencia artificial en mastología. *Revista Médica del Uruguay*, v. 37, n. 4, e37413, 2021.

AL-BAZZAZ, H.; JANICIJEVIC, M.; STRAND, F. Reader bias in breast cancer screening related to cancer prevalence and artificial intelligence decision support—a reader study. *European Radiology*, v. 34, p. 5415-5424, 2024.

AVENDAÑO, D. et al. Artificial Intelligence in Breast Imaging: A Special Focus on Advances in Digital Mammography & Digital Breast Tomosynthesis. *Current Medical Imaging*, v. 19, n. 8, p. 799-806, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59.

BITENCOURT, A. G. V. The impact of AI implementation in mammographic screening: redefining dense breast screening practices. *European Radiology*, v. 34, n. 10, p. 6296-6297, 2024.

CARVALHO, R.; SILVA, M. D.; SOUZA, M. T. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010.

EL DIB, R. P. Como praticar a medicina baseada em evidências. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 6, n. 1, p. 1-4, 2007.

FRIEDEWALD, S. M. et al. Triaging mammography with artificial intelligence: an implementation study. *Breast Cancer Research and Treatment*, v. 211, p. 1-10, 2025.

LIN, Y. et al. Risk-Stratified Screening: A Simulation Study of Scheduling Templates on Daily Mammography Recalls. *Journal of the American College of Radiology*, v. 22, n. 3, p. 297-306, mar. 2025.

MEDINA, M. A. et al. Triple-Negative Breast Cancer: A Review of Conventional and Advanced Therapeutic Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 6, p. 2078, 2020.

MILLER-KLEINHENZ, J. M. et al. Racial Disparities in Diagnostic Delay Among Women With Breast Cancer. *Journal of the American College of Radiology*, v. 18, n. 10, p. 1384-1393, 2021.

MUSUBIRE, A. K. et al. Predictors of severe malaria among adult patients admitted at the National Referral Hospital in Uganda: a cross-sectional study. *BMJ Open*, v. 14, n. 7, e084014, 2024.

RAMOS, S. N. et al. Mecanismo renal de regulação da pressão arterial e hipertensão primária. *Revista Nursing*, v. 29, n. 323, p. 10668-10679, 2025.

REZAZADE MEHRIZI, M. H. et al. The impact of AI suggestions on radiologists' decisions: a pilot study of explainability and attitudinal priming interventions in mammography examination. *Scientific Reports*, v. 13, 9230, 2023.

SRINIVASU, P. N. et al. XAI-driven CatBoost multi-layer perceptron neural network for analyzing breast cancer. *Scientific Reports*, v. 19, n. 14, p. 28674, 2024.

XAVIER, D. et al. Artificial intelligence for triaging of breast cancer screening mammograms and workload reduction: A meta-analysis of a deep learning software. *Journal of Medical Screening*, v. 31, n. 3, p. 157-165, set. 2024.

XIQUES-MOLINA, W. et al. Operational Advantages of Novel Strategies Supported by Portability and Artificial Intelligence for Breast Cancer Screening in Low-Resource Rural Areas: Opportunities to Address Health Inequities and Vulnerability. *Medicina*, v. 61, n. 2, p. 242, 2025.