

# A viabilidade do uso da inteligência artificial na detecção de câncer de mama no Brasil

<sup>1</sup>Fabrcio Vieira de Carvalho 

<sup>1</sup>Yasmin da Silva Oliveira 

<sup>1</sup>Walter Luiz Moraes da Fonseca 

<sup>1</sup> Centro Universitrio de Volta Redonda, UniFOA

## RESUMO

O cncer de mama representa um dos principais desafios de sade pblica no Brasil e no mundo, tanto pela elevada incidncia quanto pelo impacto da deteco tardia nos desfechos clnicos. No contexto brasileiro, as desigualdades regionais, a distribuio irregular de servios especializados e as limitaes de acesso a exames de rastreamento tornam a ampliao do diagnstico precoce uma necessidade estratgica. Nesse cenrio, a inteligncia artificial (IA) surge como ferramenta potencialmente capaz de auxiliar a anlise de exames de imagem, apoiar a estratificao de risco e otimizar fluxos assistenciais. A presente reviso investiga como a inteligncia artificial pode aprimorar e otimizar o diagnstico precoce do cncer de mama no Brasil, tornando-o mais rpido e preciso, com potencial reflexo na mortalidade. Trata-se de uma reviso integrativa da literatura, conduzida em bases cientficas nacionais e internacionais, com busca em SciELO e PubMed, alm da utilizao de dados institucionais do Instituto Nacional de Cncer (INCA) para contextualizao epidemiolgica. Foram utilizados descritores controlados em portugus e ingls, combinados pelo operador booleano AND, no recorte temporal de 2015 a 2024. Apes a aplicao dos critrios de incluso e excluso, seis estudos foram selecionados para compor a anlise qualitativa. A literatura demonstra que essa ferramenta, embora promissora, apresenta desafios relevantes, como a necessidade de treinamento contnuo dos profissionais de sade, resistncia cultural la adoo de novas tecnologias em sade, validao de modelos em populaes locais, proteo de dados e limitaes estruturais do sistema de sade. Alm disso, discute-se a aplicabilidade de implementao no contexto brasileiro, considerando as demandas estratgicas relacionadas as disparidades locais, estruturais e histricas que caracterizam o pas. Conclui-se que a inteligncia artificial possui potencial significativo para contribuir com a deteco precoce do cncer de mama, desde que seja incorporada como ferramenta complementar ao julgamento clnico e vinculada a polticas pblicas de infraestrutura, capacitao profissional e reduo de desigualdades regionais.

### Palavras-chave:

Deteco precoce de cncer; neoplasias da mama; Brasil; inteligncia artificial; reviso.

## *Feasibility of using artificial intelligence for breast cancer detection in Brazil*

### **ABSTRACT**

*Breast cancer represents one of the main public health challenges in Brazil and worldwide, both because of its high incidence and because late detection negatively affects clinical outcomes. In the Brazilian context, regional inequalities, uneven distribution of specialized services, and limited access to screening tests make early diagnosis a strategic priority. In this scenario, artificial intelligence (AI) emerges as a potentially useful tool to support image interpretation, risk stratification, and optimization of care pathways. This integrative review investigates how artificial intelligence can enhance and optimize early breast cancer diagnosis in Brazil, making it faster and more accurate, with potential impact on mortality. The study was conducted through searches in national and international scientific databases, including SciELO and PubMed, while institutional data from the Brazilian National Cancer Institute (INCA) were used for epidemiological contextualization. Controlled descriptors in Portuguese and English were combined using the Boolean operator AND, covering publications from 2015 to 2024. After applying inclusion and exclusion criteria, six studies were selected for qualitative analysis. The literature demonstrates that AI-based tools are promising, especially for mammographic analysis, automated screening, and risk prediction. However, important barriers remain, including continuous professional training, cultural resistance to technological innovation, external validation in local populations, data protection, and structural limitations within the healthcare system. The study also discusses the applicability of international implementation models to the Brazilian context, considering local, structural, and historical disparities that influence access to diagnostic services. It is concluded that artificial intelligence has significant potential to contribute to early breast cancer detection, provided that it is incorporated as a complementary tool to clinical judgment and linked to public policies focused on infrastructure, professional training, and the reduction of regional inequalities.*

### **Keywords:**

*Early detection of cancer; breast neoplasms; Brazil; artificial intelligence; review.*

## *Factibilidad del uso de la inteligencia artificial en la detección del cáncer de mama en Brasil*

### **RESUMEN**

*El cáncer de mama representa uno de los principales desafíos de salud pública en Brasil y en el mundo, tanto por su elevada incidencia como por el impacto del diagnóstico tardío en los resultados clínicos. En el contexto brasileño, las desigualdades regionales, la distribución irregular de servicios especializados y las limitaciones de acceso a exámenes de tamizaje hacen que la ampliación del diagnóstico precoz sea una necesidad estratégica. En este escenario, la inteligencia artificial (IA) surge como una herramienta con potencial para auxiliar el análisis de imágenes, apoyar la estratificación de riesgo y optimizar los flujos asistenciales. Esta revisión integradora investiga cómo la inteligencia artificial puede mejorar y optimizar el diagnóstico precoz del cáncer de mama en Brasil, haciéndolo más rápido y preciso, con potencial impacto en la mortalidad. La investigación se realizó en bases de datos científicas nacionales e internacionales, incluyendo SciELO y PubMed, además del uso de datos institucionales del Instituto Nacional de Cáncer (INCA) con finalidad de contextualización epidemiológica. Se utilizaron descriptores controlados en portugués e inglés, combinados mediante el operador booleano AND, en el período de 2015 a 2024. Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron seis estudios para el análisis cualitativo. La literatura demuestra que las herramientas basadas en IA son prometedoras, especialmente para el análisis ma-*

*mogrífico, la clasificaci3n automatizada y la predicci3n de riesgo. Sin embargo, persisten barreras importantes, como la necesidad de capacitaci3n continua, la resistencia cultural a la innovaci3n tecnol3gica, la validaci3n externa en poblaciones locales, la protecci3n de datos y las limitaciones estructurales del sistema sanitario. Adem3s, se analiza la aplicabilidad de modelos internacionales en el contexto brasileño, considerando disparidades locales, estructurales e hist3ricas que influyen en el acceso a los servicios diagn3sticos. Se concluye que la inteligencia artificial tiene un potencial significativo para contribuir al diagn3stico precoz del c3ncer de mama, siempre que se incorpore como herramienta complementaria al juicio cl3nico y se vincule a pol3ticas p3blicas orientadas a la infraestructura, la formaci3n profesional y la reducci3n de desigualdades regionales.*

**Palabras clave:**

*Detecci3n precoz del c3ncer; neoplasias de la mama; Brasil; inteligencia artificial; revisi3n.*

## 1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama representa um significativo desafio para a saúde pública global, sendo caracterizado pela proliferação desordenada de células do tecido mamário, com potencial para invasão local e metastização em estágios avançados (INCA, 2023). No Brasil, segundo estimativas do Instituto Nacional de Câncer (INCA), são diagnosticados anualmente mais de 73 mil novos casos em mulheres, reforçando a necessidade de estratégias eficazes para rastreamento, diagnóstico precoce e tratamento (INCA, 2023).

Os principais fatores de risco incluem predisposição genética, idade avançada, histórico familiar, etilismo, tabagismo, além de influências hormonais, reprodutivas e ambientais (INCA, 2023). Esses fatores não atuam de forma isolada, mas se somam a condições sociais e assistenciais que interferem diretamente na oportunidade de diagnóstico. Dessa maneira, a detecção precoce permanece como um dos pilares centrais para a redução da mortalidade, uma vez que lesões identificadas em fases iniciais tendem a apresentar melhores possibilidades terapêuticas, menor agressividade no tratamento e maior sobrevida.

No cenário brasileiro, o desafio não se limita à existência de métodos diagnósticos eficazes. Há obstáculos associados à disponibilidade de mamógrafos, à distribuição desigual de profissionais especializados, às filas de espera, à distância geográfica dos centros de referência e à dificuldade de integração de dados clínicos entre os serviços. Assim, tecnologias capazes de aumentar a eficiência dos processos diagnósticos devem ser analisadas não apenas sob a ótica da inovação, mas também sob a perspectiva da equidade em saúde.

A inteligência artificial, no campo da saúde, pode ser compreendida como o conjunto de métodos computacionais capazes de reconhecer padrões, aprender com grandes volumes de dados e auxiliar processos decisórios. No diagnóstico do câncer de mama, suas aplicações incluem a análise automatizada de mamografias, a classificação de lesões suspeitas, a estimativa de risco individual, a triagem de exames considerados normais e o apoio à priorização de casos que necessitam de avaliação especializada. Portanto, sua utilidade não se restringe ao desempenho técnico do algoritmo, mas envolve a integração segura e ética ao fluxo real dos serviços de saúde.

Teixeira et al. (2019) destacam que a inteligência artificial surge como uma alternativa inovadora para otimizar a detecção precoce e a precisão diagnóstica, reduzindo erros e democratizando o acesso a serviços de saúde. Estudos recentes demonstraram que modelos de IA, como o desenvolvido pelo Massachusetts Institute of Technology e pelo Massachusetts General Hospital, são capazes de analisar mamografias com elevado nível de precisão, prognosticando riscos de neoplasia mamária com até cinco anos de antecedência, além de reduzir falsos positivos e negativos (YALA et al., 2019).

Considerando esse contexto, nosso estudo tem como objeto de análise a possibilidade de aplicação da inteligência artificial para a detecção do câncer de mama no Brasil, investigando sua viabilidade, bem como o impacto potencial na saúde pública. Justifica-se pela urgência em aprimorar métodos diagnósticos e reduzir a mortalidade. A questão central é: de que maneira a inteligência artificial pode contribuir para a melhoria do rastreamento e diagnóstico precoce do câncer de mama no contexto brasileiro?

De acordo com Yala et al. (2019), a integração de sistemas de inteligência artificial na análise de mamografias e em estratégias de estratificação de risco pode aumentar significativamente a precisão diagnóstica, personalizar programas de triagem e reduzir custos operacionais. Contudo, essa hipó-

tese precisa ser examinada com cautela no Brasil, pois a simples existência de tecnologia eficaz em outros países não garante sua aplicabilidade imediata em um sistema marcado por assimetrias regionais, limitações orçamentárias e heterogeneidade de infraestrutura.

Diante desse panorama, os dados provenientes do Instituto Nacional de Câncer (INCA) são relevantes para contextualizar a magnitude do problema e reforçar a necessidade de estratégias inovadoras. Entretanto, tais dados possuem natureza epidemiológica e institucional, não compondo a amostra de artigos selecionados para a análise dos resultados desta revisão. Sua utilização, portanto, limita-se à contextualização da introdução e à fundamentação da relevância social do tema.

Por tudo exposto, o estudo se propõe a: (1) revisar as evidências científicas sobre a eficácia da inteligência artificial na detecção do câncer de mama; (2) avaliar a viabilidade de implementação dessas tecnologias no sistema de saúde brasileiro, em especial no sistema público; (3) discutir os desafios éticos, técnicos e logísticos associados à sua adoção em larga escala. A fundamentação teórica baseia-se em literatura especializada, com foco em estudos que demonstrem e comparem a utilização da inteligência artificial com os métodos tradicionais, bem como suas possíveis limitações e perspectivas futuras.

Dessa forma, tem-se por objetivo fornecer dados, argumentos e fundamentos que auxiliem no debate sobre a possibilidade de implementação da inteligência artificial no combate ao câncer de mama no Brasil, alinhando inovação tecnológica à melhoria dos desfechos clínicos, à racionalização de recursos e à promoção de maior equidade no acesso ao diagnóstico precoce.

## **2 METODOLOGIA**

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura e, esse método foi escolhido por possibilitar a análise conjunta de estudos originais, revisões sistemáticas e evidências relacionadas ao uso da inteligência artificial na detecção precoce do câncer de mama.

A pesquisa foi conduzida em bases de dados científicas nacionais e internacionais, utilizando os seguintes buscadores: SciELO e PubMed. O Instituto Nacional de Câncer (INCA) foi utilizado exclusivamente como fonte institucional para contextualização epidemiológica e discussão da realidade brasileira, não sendo considerado artigo selecionado para compor a síntese dos resultados.

Os descritores utilizados foram baseados nos termos controlados DeCS/MeSH, em português e inglês, incluindo: “câncer de mama” AND “inteligência artificial” AND “Brasil”, “breast cancer” AND “artificial intelligence” AND “Brazil”, bem como combinações relacionadas a “diagnóstico precoce”, “mamografia”, “machine learning”, “deep learning” e “rastreamento”. O operador booleano AND foi utilizado para refinar as combinações e aproximar os resultados do objetivo do estudo. O filtro temporal foi estabelecido entre 2015 e 2024, considerando a rápida evolução das tecnologias de inteligência artificial aplicadas à saúde.

Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: estudos publicados entre 2015 e 2024; textos completos disponíveis em português, inglês ou espanhol; estudos focados especificamente em mulheres com câncer de mama ou em métodos diagnósticos aplicáveis a essa população; pesquisas que abordassem a utilização de inteligência artificial em métodos de rastreio, detecção precoce ou apoio diagnóstico; trabalhos originais, estudos observacionais, ensaios clínicos, coortes retrospectivas ou

prospectivas e revisões sistemáticas; publicações com análise de impacto clínico, técnico, operacional ou ético da inteligência artificial no diagnóstico do câncer de mama.

Já os critérios de exclusão foram os seguintes: estudos cujo foco principal fosse o câncer de mama em pacientes do sexo masculino; publicações voltadas a terapias alternativas sem respaldo científico; investigações centradas em correlações entre câncer de mama e doenças crônicas sem relação direta com o objetivo desta revisão; estudos cujo foco fosse tratamento oncológico sem abordagem diagnóstica; e publicações que apresentassem perspectiva especulativa ou tendenciosa sobre a substituição do profissional médico pela tecnologia, sem discussão crítica da integração clínica.

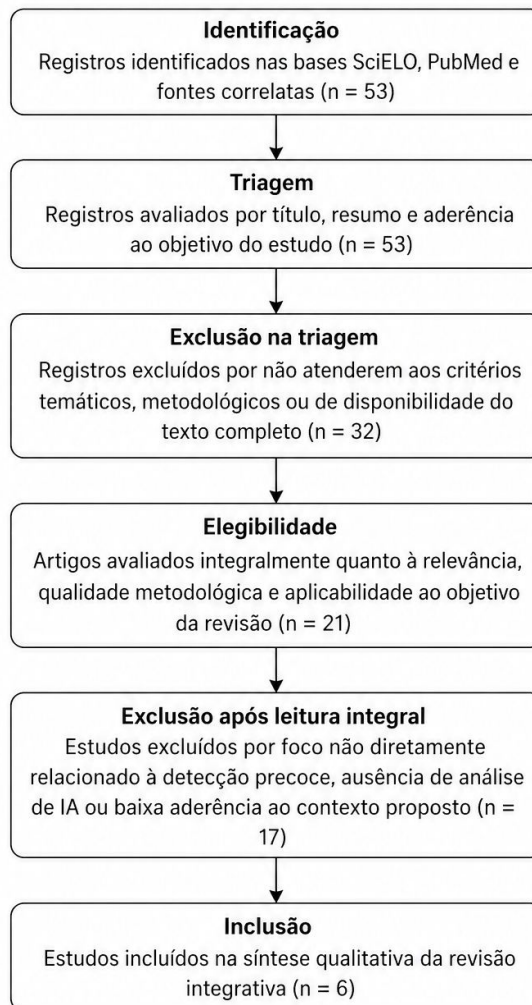
O processo de seleção dos estudos seguiu, de forma adaptada à revisão integrativa, as etapas do modelo PRISMA: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Inicialmente, foram identificados 53 registros. Após a triagem por título e resumo, foram excluídos 32 estudos por não atenderem aos critérios temáticos ou metodológicos definidos. Vinte e um artigos foram avaliados integralmente, dos quais 15 foram excluídos por baixa aderência ao objetivo, ausência de análise direta de inteligência artificial no diagnóstico ou indisponibilidade de dados suficientes para discussão. Ao final, seis estudos foram selecionados para compor a síntese qualitativa.

A estratégia metodológica foi estruturada de modo a garantir a transparência e a reprodutibilidade do processo de seleção. A análise dos estudos incluídos foi realizada de forma descritiva e comparativa, considerando variáveis como acurácia diagnóstica, sensibilidade, especificidade, impacto na prática clínica, aplicabilidade no contexto brasileiro e limitações técnicas e éticas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1 - Fluxograma de seleçao dos estudos segundo modelo PRISMA adaptado

#### Fluxograma de seleçao dos estudos (modelo PRISMA)



Fonte: Elaborado pelos autores

Após o processo de seleção, seis estudos foram incluídos na análise qualitativa desta revisão integrativa. Entre eles, foram identificados trabalhos originais, revisões e meta-análises que abordam a utilização da inteligência artificial no diagnóstico e na detecção precoce do câncer de mama. A organização dos resultados buscou não apenas descrever isoladamente os achados de cada estudo, mas também integrá-los criticamente, considerando convergências, divergências e possibilidades de aplicação no cenário brasileiro.

Podem ser enquadrados como trabalhos originais ou de análise aplicada os estudos de Araújo et al. (2024), que utilizaram machine learning sobre dados de hemograma para estratificação de risco; Teixeira et al. (2019), que avaliaram classificadores de aprendizado de máquina no diagnóstico do câncer de mama; Xavier et al. (2023), que analisaram a redução de carga de trabalho com IA em mamografias por meio de meta-análise; e Yala et al. (2019), que desenvolveram e validaram modelo preditivo com deep learning para estimativa de risco de câncer de mama. Como estudos de revisão e contextualização científica, destacam-se Bitencourt et al. (2021), com análise do estado atual da IA em imagem

mamária, e Sekine e Horiguchi (2024), com revisão internacional sobre diagnóstico por imagem assistida por inteligência artificial.

A análise integrada dos estudos evidencia que a inteligência artificial apresenta maior consolidação científica no campo da imagem mamária, especialmente na interpretação de mamografias. Esse predomínio é esperado, pois exames de imagem geram grandes volumes de dados padronizáveis, favorecendo o treinamento de algoritmos de aprendizado profundo. Nesse sentido, Bitencourt et al. (2021) demonstram que, conforme o uso da IA avança em exames de imagem, como a mamografia, essa tecnologia ganha maior sensibilidade e especificidade, reduzindo erros humanos e auxiliando na identificação de lesões sutis.

Portanto, essas inovações podem apoiar a decisão clínica de profissionais experientes e prever riscos antes que determinadas alterações se tornem evidentes à avaliação convencional. A literatura analisada sugere que a IA não deve ser compreendida como substituta da interpretação médica, mas como mecanismo de apoio capaz de ampliar a capacidade de triagem, reduzir sobrecarga e aumentar a segurança diagnóstica. Essa distinção é fundamental, pois a adoção acrítica da tecnologia poderia gerar falsas expectativas e resistência profissional.

No entanto, Bitencourt et al. (2021) também permitem inferir um desafio relevante para o Brasil: a necessidade de integração entre tecnologia, radiologistas experientes e sistemas adequadamente estruturados. Embora os algoritmos possam auxiliar a leitura de exames, sua implementação segura depende de validação, monitoramento de desempenho, qualidade das imagens, operabilidade dos sistemas e treinamento das equipes. Dessa forma, o potencial da IA é significativo, mas não elimina a necessidade de investimento humano e institucional.

Xavier et al. (2023), por meio de meta-análise, exibiram que softwares baseados em inteligência artificial conseguem realizar triagens automatizadas com alta confiabilidade, contribuindo para a redução da carga de trabalho dos radiologistas. Esse achado é especialmente relevante quando analisado sob a perspectiva do sistema de saúde brasileiro. Em locais onde há poucos especialistas, a IA poderia atuar como ferramenta de priorização, separando exames de maior suspeição daqueles com baixa probabilidade de malignidade e permitindo que os profissionais concentrem esforços nos casos de maior risco.

Essa estratégia, se implementada de maneira adequada no Brasil, poderia desafogar centros especializados, reduzir filas e liberar profissionais para casos mais complexos. Entretanto, o desafio central consiste em garantir que a tecnologia alcance regiões distantes dos grandes centros urbanos. Caso sua adoção fique restrita a hospitais privados ou instituições de maior complexidade, a inteligência artificial poderá ampliar desigualdades em vez de reduzi-las. Portanto, sua viabilidade deve ser avaliada não apenas pelo desempenho técnico do algoritmo, mas também pela capacidade de incorporação no Sistema Único de Saúde.

Sekine e Horiguchi (2024) demonstram que a inteligência artificial está cada vez mais integrada aos serviços de saúde radiológicos em países desenvolvidos. Essa integração visa melhorar a acurácia diagnóstica, acelerar o tempo de resposta e padronizar a avaliação de exames em contextos de alta demanda. No Brasil, entretanto, a transposição desse modelo exige cautela, pois há grande heterogeneidade entre os serviços de saúde quanto à informatização, disponibilidade de equipamentos, armazenamento de imagens e conectividade.

A partir dessa comparação, observa-se uma diferença importante entre eficácia tecnológica e viabilidade operacional. Um algoritmo pode apresentar excelente desempenho em ambiente controlado,

com imagens padronizadas, bancos de dados robustos e infraestrutura digital avançada, mas ter desempenho reduzido em serviços com equipamentos antigos, baixa qualidade de imagem ou ausência de integração entre sistemas. Assim, a aplicabilidade da IA no Brasil depende de adaptação ao nível de informatização de cada serviço, reforçando a necessidade de investimento em infraestrutura tecnológica.

No campo dos dados clínicos e laboratoriais, Araújo et al. (2024) expressaram que modelos de aprendizado de máquina, quando aplicados a exames laboratoriais simples, como o hemograma, poderiam ajudar na estratificação precoce de risco para câncer de mama. Sua implementação seria potencialmente benéfica no Brasil por se basear em bancos de dados pré-existentes e exames amplamente disponíveis, reduzindo a dependência exclusiva de métodos mais caros ou menos acessíveis em determinadas regiões.

Essa possibilidade merece destaque porque o hemograma é um exame de baixo custo, amplamente utilizado e presente em diferentes níveis de atenção à saúde. Caso algoritmos consigam identificar padrões laboratoriais associados a maior risco, poderiam funcionar como ferramenta complementar de alerta, especialmente em contextos onde a mamografia não está imediatamente disponível. Contudo, é necessário reconhecer que essa estratégia não substitui métodos de imagem nem confirmação diagnóstica. Seu papel mais plausível é auxiliar na estratificação de risco e orientar a priorização de investigação.

Em contrapartida, considerando a disparidade de acesso à rede de saúde tecnológica no país, a aplicação desse tipo de ferramenta poderia ficar restrita a instituições com maior capacidade de integração de dados laboratoriais, prontuários eletrônicos e sistemas de análise computacional. Além disso, a utilização de hemogramas para predição de risco demanda validação robusta, com controle de vieses, uma vez que alterações hematológicas podem decorrer de inúmeras condições clínicas não relacionadas ao câncer de mama.

Teixeira et al. (2019), após compararem diversos classificadores de aprendizado de máquina, concluíram que técnicas como Random Forest e redes neurais demonstraram níveis elevados de acurácia. Esses achados indicam que diferentes modelos computacionais podem contribuir para o diagnóstico, especialmente quando aplicados a bases de dados estruturadas. A possibilidade de obter bom desempenho mesmo com conjuntos de dados limitados pode ser vantajosa no contexto brasileiro, onde bases nacionais organizadas ainda estão em desenvolvimento.

Entretanto, a replicação desses modelos exige prudência. Bases de dados pequenas podem aumentar o risco de sobreajuste, isto é, quando o algoritmo apresenta bom desempenho no conjunto em que foi treinado, mas perde capacidade de generalização em populações diferentes. Assim, o desenvolvimento de modelos nacionais deve priorizar amostras representativas, diversidade racial e socioeconômica, padronização de variáveis e validação externa em diferentes regiões do país.

Yala et al. (2019) criaram um modelo de inteligência artificial baseado em mamografias para prever, com alta precisão, o risco de câncer de mama. O estudo é relevante por demonstrar que a IA pode ultrapassar a função de simples leitura de imagem e avançar para a predição individualizada de risco. Essa abordagem se diferencia dos modelos tradicionais de rastreamento populacional, que frequentemente utilizam critérios uniformes de idade e periodicidade, sem incorporar adequadamente variáveis individuais.

Apesar do impacto científico do estudo, sua aplicação direta ao Brasil necessita de validação externa. O modelo foi desenvolvido a partir de banco de dados norte-americano, e populações diferentes po-

dem apresentar perfis genéticos, raciais, ambientais e socioeconômicos distintos. Esse fato corrobora a importância de o Brasil iniciar a construção, coleta e estruturação de bancos de dados próprios, considerando as especificidades de sua população e evitando a importação acrítica de modelos treinados em realidades distintas.

Machado (2024), em estudo nacional, ressaltou a promissora aplicação da inteligência artificial no auxílio ao diagnóstico precoce do câncer de mama, mas também destacou a necessidade de planejamento logístico e investimento financeiro consistente. A curto prazo, os custos de implantação podem parecer elevados, sobretudo quando envolvem aquisição de softwares, capacitação de profissionais, armazenamento de dados e integração de sistemas. No entanto, os benefícios a longo prazo podem incluir redução de exames desnecessários, diagnóstico em fases iniciais e melhor alocação de recursos.

O estudo de Machado (2024) também contribui para a discussão ao destacar o potencial brasileiro para desenvolvimento de tecnologia própria com bancos de dados locais. Esse ponto é estratégico. A construção de soluções nacionais pode favorecer maior aderência à realidade epidemiológica brasileira, reduzir a dependência tecnológica externa e permitir modelos mais compatíveis com a diversidade populacional do país. Contudo, isso exige parcerias entre universidades, hospitais, centros de pesquisa, setor público e setor privado.

A análise conjunta dos estudos demonstra convergência quanto ao potencial da inteligência artificial em aumentar a acurácia diagnóstica, reduzir erros, otimizar fluxos e auxiliar profissionais de saúde. As evidências mais robustas concentram-se na análise de mamografias e na triagem automatizada, enquanto aplicações em dados laboratoriais e predição individualizada de risco ainda demandam maior validação. Essa diferença de maturidade tecnológica deve orientar prioridades de implementação.

Também se observa que os estudos não defendem a substituição do profissional médico pela inteligência artificial. Pelo contrário, a literatura aponta para um modelo de integração, no qual a IA atua como ferramenta de suporte à decisão clínica. A tecnologia pode ampliar a capacidade diagnóstica, mas a decisão final continua dependente de análise clínica, contexto do paciente, julgamento ético e responsabilidade profissional.

Outro aspecto relevante é a relação entre inteligência artificial e equidade. Em tese, sistemas automatizados poderiam levar maior qualidade diagnóstica a regiões com escassez de especialistas. Na prática, porém, essa promessa só se concretiza se houver infraestrutura mínima, conectividade, equipamentos adequados, manutenção, treinamento e políticas de incorporação tecnológica. Sem esses elementos, a IA tende a beneficiar inicialmente os serviços mais estruturados, aprofundando desigualdades já existentes.

Os dados do INCA (2023), utilizados na introdução para contextualização epidemiológica, reforçam que o câncer de mama permanece como um problema de grande magnitude no Brasil. A desigualdade no acesso ao diagnóstico precoce torna o debate sobre inteligência artificial ainda mais relevante, pois qualquer inovação tecnológica deve ser avaliada à luz de sua capacidade de melhorar o acesso real da população, e não apenas de produzir ganhos técnicos em ambientes de excelência.

Do ponto de vista ético, a implementação da inteligência artificial em saúde também exige atenção à proteção de dados, transparência algorítmica e responsabilidade em caso de erro de diagnóstico. Modelos treinados com bancos de dados pouco representativos podem reproduzir vieses e apresentar desempenho inferior em grupos populacionais sub-representados. Dessa maneira, a validação em

populações brasileiras não é apenas uma exigência metodológica, mas também uma condição ética para uso seguro da tecnologia.

Sob a perspectiva econômica, a IA pode representar investimento inicial elevado, mas com possibilidade de retorno indireto por meio da redução de diagnósticos tardios, menor necessidade de tratamentos complexos e melhor utilização de profissionais especializados. Todavia, essa hipótese precisa ser confirmada por estudos de custo-efetividade realizados no contexto brasileiro, especialmente no SUS, onde decisões de incorporação tecnológica dependem de evidências clínicas, econômicas e organizacionais.

Portanto, a viabilidade da inteligência artificial na detecção do câncer de mama no Brasil deve ser entendida como gradual e condicionada. Em curto prazo, sua aplicação pode ser mais realista em centros de referência, programas-piloto e serviços com estrutura digital adequada. Em médio e longo prazo, sua expansão dependerá da formação de bancos de dados nacionais, padronização de protocolos, capacitação multiprofissional e integração com políticas públicas de rastreamento.

Em síntese, os achados analisados sustentam que a inteligência artificial é uma tecnologia promissora, mas sua implementação efetiva no Brasil exige planejamento. O desafio não é apenas demonstrar que a IA funciona, mas definir onde, como, para quem e sob quais condições ela deve ser incorporada. Essa compreensão evita tanto o entusiasmo ingênuo quanto a rejeição conservadora da tecnologia, permitindo uma avaliação mais equilibrada de seus benefícios, riscos e limites.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A incorporação de sistemas de inteligência artificial na oncologia mamária tem potencial para transformar os programas de triagem e diagnóstico, permitindo uma abordagem mais personalizada e baseada no risco individual de cada paciente. Em contraste com modelos tradicionais de rastreamento populacional, que frequentemente adotam protocolos uniformes, a IA pode auxiliar na estratificação de risco e na adaptação da frequência de exames conforme variáveis como predisposição genética, histórico familiar, características clínicas e padrões de imagem.

A literatura analisada demonstra que a inteligência artificial pode contribuir para maior acurácia diagnóstica, redução de falsos positivos e negativos, priorização de casos suspeitos e diminuição da sobrecarga de radiologistas. Esses benefícios são especialmente importantes em sistemas de saúde com grande demanda e limitação de profissionais especializados. Entretanto, a IA deve ser compreendida como ferramenta complementar ao julgamento médico, e não como substituta da atuação profissional.

Além da análise de imagens mamográficas, pesquisas recentes apontam possibilidades complementares, como a utilização de algoritmos aplicados a exames laboratoriais de rotina e modelos preditivos de risco. Essas abordagens podem ampliar o campo de atuação da inteligência artificial, sobretudo em regiões com dificuldade de acesso a exames de imagem. Contudo, ainda necessitam de validação robusta antes de serem incorporadas à prática clínica em larga escala.

No contexto brasileiro, a implementação da inteligência artificial enfrenta desafios relevantes, especialmente relacionados à desigualdade no acesso à saúde, carência de infraestrutura tecnológica, baixa informatização de muitos serviços e necessidade de capacitação profissional contínua. Tais fatores demonstram que a adoção da IA depende de planejamento estratégico, financiamento, regulação, produção científica local e compromisso com a redução das disparidades regionais.

Como limitação deste estudo, destaca-se o número reduzido de artigos incluídos na síntese qualitativa e a heterogeneidade metodológica entre os trabalhos analisados. Além disso, parte importante das evidências disponíveis deriva de estudos internacionais, o que limita a extrapolação direta dos resultados para a população brasileira. Essa limitação reforça a necessidade de pesquisas nacionais, multicêntricas e com amostras representativas.

Sugere-se que estudos futuros avaliem a validação externa de modelos de inteligência artificial em diferentes regiões do Brasil, investiguem sua aplicabilidade no Sistema Único de Saúde e realizem análises de custo-efetividade. Também são necessárias pesquisas sobre segurança de dados, transparência algorítmica, aceitação profissional e impacto real da tecnologia nos fluxos assistenciais.

Conclui-se que a inteligência artificial é promissora e pode se consolidar como instrumento importante na inovação diagnóstica, promoção da equidade e melhoria da qualidade de vida das mulheres brasileiras. Entretanto, sua aplicação só se torna uma possibilidade concreta quando associada a políticas públicas inclusivas, desenvolvimento de bases de dados locais, capacitação de equipes multiprofissionais e firme compromisso com a redução das desigualdades estruturais do país.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. C. et al. Unlocking the complete blood count as a risk stratification tool for breast cancer using machine learning: a large scale retrospective study. *Scientific Reports*, v. 14, n. 1, p. 1081, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-61215. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11089041>. Acesso em: 28 abr. 2024.

BITENCOURT, A. et al. AI-enhanced breast imaging: where are we and where are we heading? *European Journal of Radiology*, v. 142, p. 109882, 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (Brasil). Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2023.

MACHADO, M. S. Inteligência artificial no auxílio do diagnóstico precoce do câncer de mama. 2024. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2024.

SEKINE, C.; HORIGUCHI, J. Current status and prospects of breast cancer imaging-based diagnosis using artificial intelligence. *International Journal of Clinical Oncology*, 2024.

TEIXEIRA, F.; MONTENEGRO, J. L. Z.; COSTA, C. A. da; RIGHI, R. da R. An analysis of machine learning classifiers in breast cancer diagnosis. In: *LATIN AMERICAN COMPUTING CONFERENCE (CLEI)*, 45., 2019, Panama. Proceedings [...]. Panama: IEEE, 2019. p. 1-10. DOI: 10.1109/CLEI47609.2019.235094.

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, 2023.

YALA, A. et al. A deep learning mammography-based model for improved breast cancer risk prediction. *Radiology*, v. 292, n. 1, p. 60-66, 2019. DOI: 10.1148/radiol.2019182716.