



UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
EM SAÚDE DIGITAL

ALEXANDRE DA SILVA
GUSTAVO BARBOSA
MARIA APARECIDA DE ALMEIDA ARAUJO

APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO
DIAGNÓSTICO DO CÂNCER DE MAMA POR IMAGEM DE
MAMOGRAFIA: REVISÃO DA LITERATURA

GOIÂNIA
2023

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo do trabalho disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do(a) autor(a). Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico:

☒ Trabalho de Conclusão de Curso ☐ Dissertação ☐ Tese

2. Identificação:

Nome completo do(a) autor(a): ALEXANDRE DA SILVA, GUSTAVO BATISTA E OLIVEIRA BARBOSA, MARIA APARECIDA DE ALMEIDA ARAUJO

Título do trabalho: APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO DIAGNÓSTICO DO CÂNCER DE MAMA POR IMAGEM DE MAMOGRAFIA: REVISÃO DA LITERATURA

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento: ☒ SIM ☐ NÃO¹

Independentemente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) do trabalho em formato digital PDF.

Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;

- Publicação da dissertação/tese em livro.
- 2 As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.



UFG

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*
EM SAÚDE DIGITAL**

**ALEXANDRE DA SILVA
GUSTAVO BATISTA E OLIVEIRA BARBOSA
MARIA APARECIDA DE ALMEIDA ARAUJO**

**APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO
DIAGNÓSTICO DO CÂNCER DE MAMA POR IMAGEM DE
MAMOGRAFIA: REVISÃO DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa Educacional
em Saúde Digital da Universidade Federal
de Goiás para obtenção do título de
Especialista em Saúde Digital.

Orientador(a): Dr. Rafael Alves Guimarães

**GOIÂNIA
2023**

(Ata de Defesa – Elaborada pelo PPLSD e registrada no SEI/UFG)

RESUMO

Introdução: Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) investiga as aplicações da inteligência artificial no diagnóstico do câncer de mama por meio de imagens de mamografia, com base em pesquisas realizadas em artigos publicados nos últimos cinco anos. O câncer de mama é uma das principais causas de morte entre as mulheres em todo o mundo, e a detecção precoce desempenha um papel fundamental na melhoria das taxas de sobrevivência. Nesse contexto, a inteligência artificial tem se destacado como uma ferramenta promissora para auxiliar radiologistas e profissionais de saúde no diagnóstico precoce e preciso. O TCC abordou o desenvolvimento de algoritmos de IA publicados em artigos, a coleta e análise de dados, bem como os desafios éticos e regulatórios associados à implementação dessas tecnologias.

Palavras-chave: Inteligência artificial, câncer de mama, mamografia, diagnóstico, detecção precoce.

ABSTRACT

Introduction: *This Course Completion Work (TCC) investigates the applications of artificial intelligence in the diagnosis of breast cancer through mammography images, based on research carried out in articles published in the last five years. Breast cancer is one of the leading causes of death among women worldwide, and early detection plays a key role in improving survival rates. In this context, artificial intelligence has stood out as a promising tool to assist radiologists and healthcare professionals in early and accurate diagnosis. The TCC addressed the development of AI algorithms published in articles, data collection and analysis, as well as the ethical and regulatory challenges associated with implementing these technologies.*

Keywords: *Artificial intelligence, breast cancer, mammography, diagnosis, early detection.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos artigos elegíveis para pesquisa.....	14
Tabela 2: Resumo dos métodos e conclusões.....	17

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
DeCS	Descritores em Ciências da Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
NBR	Norma Brasileira
PPLSD	Programa de Pós-graduação <i>Lato Sensu</i> em Saúde Digital
SEI	Sistema Eletrônico de Informação
Sinan	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
Sinasc	Sistema de Nascidos Vivos
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 MÉTODO.....	12
3 RESULTADOS.....	13
4 DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama é um problema de saúde pública de extrema relevância. De acordo com dados da Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer, o câncer de mama é o tipo mais comum de câncer em mulheres globalmente, representando cerca de 25% de todos os casos de câncer descobertos em 2020 (International Agency for Research on Cancer, 2020). Em 2020, ocorreram 2,3 milhões de novos casos de câncer de mama no mundo e uma taxa de mortalidade por esse tipo de câncer de 12,8 por 100.000 mulheres em países em desenvolvimento (SUNG et al., 2021).

No Brasil, o câncer de mama também apresenta elevada magnitude, liderando as estatísticas de incidência entre as mulheres. Dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA), em 2022, foram estimados 66.280 novos casos de câncer de mama, representando uma taxa de incidência de 61,61 casos por 100.000 mulheres. Além disso, estima-se uma taxa de mortalidade de 11,84 óbitos por 100.000 mulheres em 2020 (Instituto Nacional de Câncer, 2022).

Considerando a alta incidência do câncer de mama globalmente e no Brasil, o diagnóstico precoce é fundamental para os programas de saúde pública. O objetivo dos programas de rastreamento desse tipo de câncer é reduzir a morbidade e mortalidade, identificando precocemente os casos de câncer para garantir um diagnóstico preciso e tratamento ideal (TAYLOR et al., 2023). O diagnóstico tardio continua a ser um desafio significativo, uma vez que, com o avanço das melhorias na inteligência artificial para análise de imagens, o tratamento se torna mais complexo e menos eficaz, resultando em taxas de mortalidade mais altas. Assim, é fundamental adotar estratégias de rastreamento precoce (International Agency for Research on Cancer, 2020; Instituto Nacional de Câncer, 2022).

A mamografia de rastreio é a única modalidade para rastreamento com benefício comprovado para a redução da mortalidade, devendo ser amplamente utilizada em programas de saúde pública, embora outras técnicas incluam o ultrassom, ressonância magnética e tomografia por emissão de pósitrons (TAYLOR et al., 2023; ZHENG; HE; JING, 2023). No entanto, a disponibilidade de especialistas para a interpretação da mamografia, como os radiologistas, tem sido limitada no Brasil, especialmente em regiões menos abrangidas. Um estudo conduzido em 2019 pelo

Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem (CBR), em parceria com a Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), revela que, naquele ano, o Brasil contava com 12.868 radiologistas, equivalente a 3% do total de médicos titulados no país. Além de traçar o perfil desses profissionais, a pesquisa oferece insights valiosos sobre a distribuição geográfica, proporcionando uma compreensão mais abrangente da realidade do setor no Brasil.

Os dados revelam que aproximadamente 7.608 radiologistas estavam concentrados na região Sudeste, representando expressivos 53,5% do contingente nacional. Na região Sul, 2.347 médicos radiologistas compunham 16,5% do total. No Centro-Oeste, a presença era de 1.262 profissionais, totalizando 8,9% do contingente nacional.

Em contrapartida, as regiões Nordeste e Norte apresentaram menor proporção de radiologistas, com 2.530 (17,8%) e 470 (3,3%) profissionais, respectivamente. Ao considerar esses dados, a pesquisa aponta que a densidade de radiologistas no território nacional é de 6,17. No entanto, ressalta-se que esse número mascara as disparidades na distribuição, conforme evidenciado pela análise regional (O perfil do médico especialista em radiologia e diagnóstico por imagem no Brasil, 2019).

Nos últimos anos, a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na interpretação de mamografias tem crescido significativamente nos países (LITJENS et al., 2017). A IA inclui muitas tecnologias e aplicações diversas com as características comuns de utilização de algoritmos e dados baseados em computador para resolver problemas ou executar tarefas que normalmente exigiria inteligência humana (TAYLOR et al., 2023).

Algoritmos de IA podem ser treinados para detectar características sutis e padrões anormais em imagens de mamografias, o que pode aumentar a precisão diagnóstica (ESTEVA et al., 2019). Isso inclui a identificação de microcalcificações, massas e outras características associadas ao câncer de mama (YALA et al., 2019). Portanto, a imagem mamária tem muitos recursos e características exclusivos que criam oportunidades para aplicações significativas da IA (TAYLOR et al., 2023).

De acordo com o estudo de Lång (2023) publicado na revista The Lancet Oncology mostrou que a inteligência artificial detectou 20% mais cânceres em comparação com a leitura da mamografia feita por dois radiologistas, que é o padrão na Europa. A principal responsável pelo estudo, Kristina Lang, informa que os resultados obtidos serão aplicados para realizar novos ensaios e avaliações que

servirão de base para programas destinados a enfrentar a escassez de radiologistas em vários países.

Um estudo conduzido pelo Departamento de Radiologia do The Ohio State University Wexner Medical Center, localizado em Columbus, EUA, explora diversas aplicações da Inteligência Artificial (IA) em imagens mamárias. Essas aplicações abrangem desde a detecção assistida por computador (CAD) até o suporte à decisão, avaliação de risco, quantificação da densidade mamária, otimização do fluxo de trabalho e triagem, análise de qualidade, resposta à avaliação de quimioterapia neoadjuvante e aprimoramento de imagem.

No decorrer do artigo, são destacados os desafios e as oportunidades associados ao desenvolvimento e à implementação da IA em imagens mamárias. Embora haja um reconhecimento do vasto potencial da IA para aprimorar o desempenho e os resultados na interpretação dessas imagens, o estudo destaca a existência de barreiras técnicas, regulatórias e culturais que ainda dificultam sua adoção em larga escala.

Os autores ressaltam a importância da colaboração entre radiologistas, cientistas da computação, engenheiros e outros profissionais da saúde como um elemento crucial para impulsionar o avanço da IA em imagens mamárias. Ao final, o estudo conclui que a implementação bem-sucedida da IA poderia resultar em uma redução significativa de custos, estimada em US\$ 4 bilhões anuais (considerando um custo médio de US\$ 100 por exame), abrangendo não apenas os custos diretos, mas também os relacionados ao transporte, infraestrutura e despesas educacionais associadas ao treinamento de radiologistas (TAYLOR *et al.*, 2023).

Estudos mostraram que a IA pode melhorar os resultados diagnósticos em mamografias (MCKINNEY *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2019). Isso possibilita o reconhecimento automatizado eficiente de imagens, segmentação de lesões e diagnóstico, reduzindo potencialmente a carga de trabalho dos radiologistas e melhorando a precisão diagnóstica (ZHENG; HE; JING, 2023). Os algoritmos de IA podem atuar como “segundos leitores”, identificando áreas de preocupação que podem ser perdidas por radiologistas (RODRIGUES *et al.*, 2019). Isso pode reduzir falsos positivos e negativos, aumentando a sensibilidade e especificidades do diagnóstico (MCKINNEY *et al.*, 2020).

Um dos principais benefícios da aplicação da IA é a detecção precoce do câncer de mama (KORFIATIS *et al.*, 2019). Foi publicado no JNCI: Journal of the National

Cancer Institute em setembro de 2019 e comparou o desempenho de um sistema de inteligência artificial (IA) com o de 101 radiologistas na detecção de câncer de mama em mamografias digitais. Os resultados indicaram que a IA teve uma taxa de sensibilidade de 87,2% e uma taxa de especificidade de 92,5%, enquanto os radiologistas tiveram uma taxa de sensibilidade média de 77,4% e uma taxa de especificidade média de 96,6%. A IA também detectou mais cânceres invasivos e com receptores hormonais positivos do que os radiologistas (RODRIGUEZ-RUIZ *et al.*, 2019). Outro estudo publicado na revista Nature em janeiro de 2020 e demonstrou que um algoritmo de IA desenvolvido pela Google Health teve sucesso na detecção de câncer de mama em mamografias, superando radiologistas em termos de precisão. O algoritmo foi treinado com imagens de raios-X de quase 29.000 mulheres e foi capaz de reduzir os falsos positivos em 5,7% e os falsos negativos em 9,4% (MCKINNEY *et al.*, 2020).

A detecção em previsões iniciais pode levar a tratamentos menos invasivos, taxas de sobrevivência mais altas e, economicamente, a uma redução nos custos associados ao tratamento em estágios avançados da doença (YALA *et al.*, 2019).

Entre os métodos mais usados na análise de imagens por meio de inteligência artificial, destacam-se: Redes Neurais Convolucionais (CNNs), Transfer Learning em CNNs, Segmentação de Imagens, Descritores Locais, Processamento de Imagens por Transferência de Estilo, Redes Generativas Adversariais (GANs), Detecção de Anomalias, Super-Resolução de Imagens, Fusão de Imagens, Aprendizado por Contornos.

Esses métodos são escolhidos de acordo com a natureza específica da tarefa de análise de imagens a ser realizada. A combinação de técnicas muitas vezes é necessária para alcançar resultados mais eficazes em aplicações práticas.

Apesar dos avanços prometidos, há desafios a serem enfrentados na implementação da IA em mamografia. Isso inclui a necessidade de grandes conjuntos de dados para treinamento (LIU *et al.*, 2019) e questões éticas relacionadas à privacidade dos pacientes (RIBEIRO *et al.*, 2020). Além disso, é fundamental garantir que a IA seja utilizada de maneira responsável (AMISHA *et al.*, 2019) e que os profissionais de saúde continuem ajudando um papel crucial na interpretação dos resultados (PESAPANE *et al.*, 2018). Esses desafios possivelmente são maiores em países de renda baixa e média, como o Brasil, devido às limitações de orçamento e capacidade técnica.

Outro desafio é a ausência de documentos sintéticos e estudos que expliquem as principais técnicas de IA no diagnóstico do câncer de mama por imagem de mamografia. Dessa forma, esta pesquisa busca analisar as aplicações da inteligência artificial (IA) relatadas na literatura para o diagnóstico do câncer de mama por imagem de mamografia. O foco foi extrair dados relacionados ao tipo de técnica mais usada na literatura e sua melhoria no acesso, precisão diagnóstica e redução dos custos de tratamento do câncer de mama. Pretende-se analisar como a implementação da IA pode beneficiar as mulheres, especialmente em regiões menos desenvolvidas, contribuindo para a detecção precoce da doença e melhorando o sistema de saúde como um todo.

Dessa forma, o objetivo dessa pesquisa é analisar as principais aplicações da IA no diagnóstico do câncer de mama por imagem de mamografia.

2 MÉTODO

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura que foi conduzida por meio de uma abordagem sistematizada de pesquisa em bases de dados científicos relevantes. Esse método permite realizar uma combinação de dados da literatura empírica e teórica, possibilitando uma visão geral da temática e identificação das aplicações gerais de IA no diagnóstico médico do câncer de mama por meio de exames de mamografia, possibilitando ainda a identificação de lacunas na literatura científica (SOUZA et al., 2010).

A revisão da literatura permite uma abordagem adequada para consolidar e analisar as evidências científicas disponíveis sobre o tema, reunindo informações de estudos com diferentes métodos e delineamentos (SOUZA et al., 2010).

A pergunta principal da pesquisa foi “Quais as aplicações da IA no diagnóstico do câncer por imagem de mamografia?”. Foram utilizados os seguintes descritores controlados retirados do *Medical Subject Headings* (MeSH): câncer de mama, mamografia e IA. A principal estratégia de busca utilizada foi: (“breast neoplasms”[MeSH Terms] OR (“breast”[All Fields] AND “neoplasms”[All Fields]) OR “breast neoplasms”[All Fields] OR (“breast”[All Fields] AND “cancer”[All Fields]) OR “breast cancer”[All Fields]) AND “mamography”[All Fields] AND (“artificial intelligence”[MeSH Terms] OR (“artificial”[All Fields] AND “intelligence”[All Fields]) OR “artificial intelligence”[All Fields])) AND (2019:2023[pdat]).

Aplicou-se critérios de inclusão e exclusão para avaliar as aplicações de IA no diagnóstico de câncer de mama por imagem de mamografia. Os critérios de inclusão adotados foram: (i) estudos originais que relataram as aplicações da IA no diagnóstico de câncer de mama por imagem de mamografia e (ii) estudos observacionais (transversais, caso-controle e coorte) e ensaios clínicos randomizados, além de outros classificação prospectiva por IA autônoma e radiologistas assistidos por IA. Os critérios de exclusão foram: (i) editorial; (ii) carta ao editor, (iii) artigo de opinião e (iv) artigo de revisão. Não foram aplicadas restrições geográficas para a inclusão de estudos. O período de pesquisa abrangerá os últimos cinco anos (01 de janeiro de 2019 a 21 de setembro de 2023), garantindo a inclusão de estudos recentes sobre a temática.

A pesquisa será realizada em bases de dados nacionais e internacionais amplamente reconhecidas e relevantes para a área de diagnóstico por imagem e IA.

As bases de dados utilizadas foram o *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE) acessado via plataforma da PubMed. As listas de referências e websites diversos também foram usados para identificar outros estudos que não foram capturados nas bases de dados. A pesquisa foi realizada em 21 de setembro de 2023.

Dois revisores conduziram uma análise independente dos títulos e resumos de todos os registros recuperados, avaliando-os de acordo com os critérios de inclusão. Posteriormente, todas as publicações foram examinadas em seu texto completo. Qualquer discordância entre os revisores foi resolvida por meio de consenso ou, quando necessário, por meio de discussão com um terceiro revisor.

Os dados foram extraídos usando um formulário de coleta de dados semiestruturados. As fichas de extração de dados foram verificadas por um segundo revisor e quaisquer divergências foram resolvidas por discussão.

Não apresentar resultados na seção de métodos: tamanho da amostra: números de participantes, proporção de perdas e recusas devem ser apresentadas na seção de resultados. As variáveis extraídas foram: título do artigo, autor e ano de publicação, local, população do estudo, metodologia de IA, resultados principais, e custos/patrocínio.

Os dados dos estudos selecionados foram extraídos e organizados de forma sistematizada, onde foi realizada uma análise qualitativa, para avaliar os resultados e conclusão da presente revisão.

Esta revisão integrativa foi conduzida de acordo com os princípios éticos da pesquisa científica. Não envolveu a coleta de dados primários de pacientes ou participantes humanos, pois se baseou apenas na análise de estudos publicados. Foi realizada uma avaliação crítica dos estudos em relação à qualidade metodológica e ao cumprimento das diretrizes éticas em pesquisa avaliando tópicos de conflito de interesses contidos nos artigos.

3 RESULTADOS

Este estudo avaliou 09 artigos sistematicamente sobre a aplicação da IA no diagnóstico do câncer de mama em imagem de mamografia, cujas características principais estão apresentadas na Tabela 1.

Com base na metodologia e nos objetivos propostos, esta revisão integrativa fornece uma série de resultados significativos e relevantes para a compreensão da aplicação da inteligência artificial (IA) no diagnóstico do câncer de mama por imagem de mamografia e seu impacto no contexto médico e de saúde pública.

Tabela 1 - Resultados dos artigos elegíveis para pesquisa.

Estudo	Data	País do estudo	Tipo de estudo	Título	Objetivo	População e amostra
Lang et al.	2020	Suécia	Ensaio clínico	Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study	Avaliar a segurança clínica de um protocolo de leitura de tela apoiado por IA em comparação com a leitura de tela padrão feita por radiologistas após a mamografia.	Mulheres de 40-80 anos 39.996 no grupo intervenção e 40.024 no grupo controle
Kensler KH, et al.	(2020)	ESTADOS UNIDOS	Rede neural de segmentação	Avaliação de aprendizagem profunda da involução da unidade lobular do ducto terminal da mama: Rumo à previsão automatizada do risco de câncer de mama		121.700 enfermeiras registradas nos EUA entre 30 e 55 anos de idade. No total, 92 WSIs de 92 biópsias mamárias benignas de 67 mulheres na pré e 25 pós-menopausa foram selecionadas aleatoriamente do banco de dados do NHS.
Dr Kristina Lång, et al	2023	Swede (Malmö, Lund, Landskrona e Trelleborg)	Aprendizado de máquina /aprendizagem profunda	Leitura de tela apoiada por inteligência artificial versus leitura dupla padrão no ensaio Mammography Screening with Artificial Intelligence (MASAI): uma análise de segurança clínica de um estudo randomizado, controlado, de não inferioridade, simples-cego, de precisão de triagem		Mulheres com idade entre 40 e 80 anos

Ming Xiang Wu, et al.	2019	Siemens Healthineers, Erlangen, Alemanha	Aprendizado de máquina	Predição de subtipos moleculares de câncer de mama usando recursos BI-RADS com base em uma abordagem de aprendizado de máquina "caixa branca" em um ambiente de imagem multimodal		363 casos de câncer de mama (Luminal A 151, Luminal B 96, HER2 76 e BLBC 40). Foram descritas visualmente 82 características definidas no léxico BI-RADS. Um modelo de árvore de decisão com o algoritmo detector de interação automática qui-quadrado (CHAID) foi aplicado para seleção e classificação de características. Uma validação cruzada de 10 vezes foi realizada para investigar o desempenho (ou seja, precisão, valor preditivo positivo, sensibilidade e pontuação F1) do modelo de árvore de decisão. (faixa etária de 21 a 77 anos)
Taylor et al.	2023	Estados Unidos da América	Revisão bibliográfica	Artificial Intelligence Applications in Breast Imaging: Current Status and Future Directions	Discutir o estado atual, a disponibilidade e as direções futuras de investigação das aplicações da inteligência artificial na imagem mamária, abrangendo diferentes modalidades, como mamografia, ressonância magnética, ultrassom e tomossíntese, e diferentes finalidades, como detecção de câncer, suporte à decisão, avaliação de risco, quantificação da densidade mamária, fluxo de trabalho e triagem, avaliação da qualidade, avaliação da resposta à quimioterapia neoadjuvante e melhoria da imagem.	Não se aplica, pois se trata de uma revisão da literatura. No entanto, os autores referem-se a vários estudos que envolvem diferentes populações e amostras de mulheres submetidas a exames de imagem mamária para rastreamento, diagnóstico ou acompanhamento do câncer de mama.
Rana et al.	2019	Itália	Um estudo observacional que compara os resultados da imagem	Machine Learning Approaches for Automated Lesion Detection in Microwave Breast Imaging Clinical Data.	Investigar a possibilidade de usar algoritmos de aprendizado de máquina para classificar os dados	18 voluntárias que se submeteram ao exame de imagem por micro-ondas usando um protótipo chamado MammoWave, que

			por micro-ondas com os métodos convencionais de imagem mamária (ecografia, mamografia ou ressonância magnética).		de imagem por micro-ondas em tecidos mamários saudáveis e não saudáveis (com lesões benignas ou malignas).	transmite e recebe sinais de micro-ondas através do tecido mamário. As voluntárias também foram examinadas por radiologistas usando métodos convencionais de imagem mamária.
Rahmat et al.	2020	Taiwan	Estudo transversal observacional	Evaluation of automated volumetric breast density and its association with breast cancer risk: A cross-sectional study	Investigar a relação entre a densidade mamária volumétrica (VBD) medida por um software automatizado e o risco de câncer de mama em mulheres taiwanesas submetidas à mamografia de rastreamento	2.021 mulheres assintomáticas com idade entre 40 e 69 anos que realizaram mamografia de rastreamento em um hospital universitário entre janeiro de 2017 e dezembro de 2018. Foram excluídas as mulheres com história prévia de câncer de mama, cirurgia mamária, implantes mamários ou terapia hormonal. A VBD foi calculada pelo software Volpara e classificada em quatro categorias: muito baixa, baixa, moderada e alta. O risco de câncer de mama foi estimado pelo modelo de Gail modificado para mulheres asiáticas.
Arasu et al.	2022	Estados Unidos	Estudo de caso-coorte	Comparison of Mammography Artificial Intelligence Algorithms for 5-year Breast Cancer Risk Prediction	Examinar a capacidade de 5 algoritmos de visão computacional baseados em inteligência artificial (IA), a maioria treinados para detectar câncer de mama visível em mamografias, para prever o risco futuro em relação ao modelo de predição de risco clínico do Breast Cancer Surveillance Consortium (BCSC v2).	Mulheres que realizaram uma mamografia de rastreamento em 2016 no Kaiser Permanente Northern California sem evidência de câncer na avaliação final de imagem, seguidas até setembro de 2021. Mulheres com câncer de mama prévio ou uma mutação genética altamente penetrante conhecida foram excluídas. Das 329.814 mulheres elegíveis, uma subcoorte aleatória de 13.881 mulheres (4,2%) foi selecionada, das quais 197 tiveram câncer incidente. Todos os 4.475 casos adicionais de câncer também foram incluídos. Escores contínuos preditos por IA

						foram gerados a partir da mamografia índice de 2016. Estimativas de risco foram geradas com o método de Kaplan-Meier e área sob a curva variável no tempo [AUC (t)].
--	--	--	--	--	--	--

Tabela 1 - Resultados dos artigos elegíveis para pesquisa.2019-2023. Fonte: autoria própria.

Tabela 2: Resumo dos métodos e conclusões

Estudo	Técnicas de IA	Resumo dos métodos	Precisão	Custos	Outros resultados	Conclusão
Kensler KH, et al.	Rede neural de segmentação	121.700 enfermeiras registradas nos EUA entre 30 e 55 anos de idade. No total, 92 WSIs de 92 biópsias mamárias benignas de 67 mulheres na pré e 25 pós-menopausa foram selecionadas aleatoriamente do banco de dados do NHS.	A pontuação F1 do método de detecção de ácinos foi de $0,73 \pm 0,07$ [29]. Os métodos TDLU e segmentação de tecido adiposo obtiveram coeficientes de similaridade Dice de $0,84 \pm 0,13$ e $0,87 \pm 0,04$, respectivamente.	Não realiza análise de custo-efetividade de	A principal causa de discordância entre a avaliação manual e o método automatizado foi a detecção de ácinos e TDLU com alterações proliferativas ou metaplásicas que foram intencionalmente excluídas da anotação manual.	Com base nesta avaliação quantitativa, que indica boa concordância, e subsequente na avaliação qualitativa, determinamos que o desempenho dessas três redes era adequado para ser integrado em um método automatizado.
Lång, et al	Aprendizado de máquina	Ensaio randomizado, controlado e de base populacional, mulheres com idade entre 40 e 80 anos elegíveis para rastreamento mamográfico na Suécia.	A inteligência artificial detectou 20% mais cânceres em comparação com a leitura da mamografia feita por dois radiologistas.	Financiamento da Sociedade Sueca do Câncer, da Confederação dos Centros Regionais do Câncer e do financiamento governamental sueco para a investigação clínica (ALF)	A inteligência artificial não aumentou os falsos positivos e reduziu a carga de trabalho de leitura da mamografia em 44%.	A inteligência artificial detectou 20% mais cânceres em comparação com a leitura da mamografia feita por dois radiologistas. Estudo não aumentou os falsos positivos e reduziu a carga de trabalho de leitura da mamografia em 44%.
Wu, et al.	Aprendizado de máquina	Avaliamos retrospectivamente 363 casos de câncer de mama.(faixa etária de 21 a 77 anos)	A precisão do modelo de árvore de decisão foi de 74,1%	Apoio financeiro: Este trabalho foi apoiado pelo Projeto de Ciência	Para cada grupo de subtipo molecular, o Luminal A alcançou sensibilidade, valor preditivo positivo e pontuação F1 de	A precisão do modelo de árvore de decisão foi de 74,1%. A tecnologia elimina a intensidade do trabalho e a

				Tecnologia em Shenzhen, China	79,47%, 75,47% e 77,42%, respectivamente; Luminal B apresentou sensibilidade, valor preditivo positivo e escore F1 de 64,58%, 55,86% e 59,90%, respectivamente; HER2 apresentou sensibilidade, valor preditivo positivo e escores F1 de 81,58%, 95,38% e 87,94%, respectivamente; O BLBC apresentou sensibilidade, valor preditivo positivo e escores F1 de 62,50%, 89,29% e 73,53%, respectivamente.	subjetividade da avaliação manual do TDLU e pode ser aplicada a futuros estudos de risco de câncer de mama..
Taylor et al.	O artigo aborda principalmente as técnicas de aprendizado profundo (DL), especialmente as redes neurais convolucionais (CNN), que são usadas para analisar imagens da mama e extrair características relevantes para as tarefas de IA. O artigo também menciona os modelos de linguagem natural	O artigo é uma revisão narrativa baseada em uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados sobre IA na imagem da mama. Os autores selecionaram os artigos mais relevantes e recentes para cada tópico de aplicação e os resumiram em termos de desempenho, disponibilidade e implicações clínicas. Os autores também discutiram as oportunidades e os desafios para o desenvolvimento e a implementação de IA na imagem da mama.	O artigo relata que muitos algoritmos de IA demonstraram excelente desempenho na detecção de câncer na mamografia, em alguns casos superando ou se aproximando do desempenho dos radiologistas. No entanto, o artigo também destaca que há uma lacuna na compreensão de como esses algoritmos se comportarão no mundo real, quando usados na prática clínica por radiologistas. O artigo também observa que há variações no desempenho dos algoritmos de IA entre diferentes modalidades de imagem, fornecedores, populações e cenários	O artigo não fornece uma estimativa quantitativa dos custos das aplicações de IA na imagem da mama, mas menciona que há barreiras significativas para a implementação de IA na imagem da mama, incluindo custos elevados e requisitos de TI. O artigo também observa que há uma falta de reembolso para as aplicações de IA na imagem da mama, o que pode limitar a adoção e a utilização das mesmas. O artigo sugere que as aplicações de IA que podem fornecer ganhos convincentes de eficiência	O artigo apresenta vários outros resultados potenciais das aplicações de IA na imagem da mama, tais como melhoria da qualidade da imagem, redução da dose de radiação ou contraste, aumento da padronização e consistência da interpretação, personalização do risco e do tratamento do câncer de mama, e melhoria da interação e educação do paciente. O artigo também discute as implicações éticas, legais e sociais da utilização de IA na imagem da mama, tais como questões de confiança, responsabilidade, viés, privacidade e consentimento.	O artigo conclui que a IA na imagem da mama apresenta uma tremenda oportunidade de melhorar a qualidade da imagem da mama fornecida aos pacientes. O artigo afirma que os desafios atuais são validar o desempenho da IA em conjuntos de dados e populações diversos e superar as barreiras de implementação. O artigo prevê que os desafios futuros serão definir melhor os papéis que a IA deve desempenhar no cuidado do paciente e comunicar essas decisões de forma eficaz aos clínicos e pacientes referentes. O artigo afirma que o valor e a oportunidade da IA na imagem da mama são claros, e que à medida que esses desafios forem superados no futuro, o potencial total da IA para transformar a imagem da mama poderá ser realizado.

	(NLP), que são usados para processar texto e gerar resumos ou relatórios.		clínicos. O artigo sugere que o melhor desempenho pode ser alcançado quando um algoritmo de IA é combinado com um radiologista, em vez de substituí-lo.	ou fluxo de trabalho podem ser mais atraentes para os usuários finais.		
Rana et al.	O estudo aborda principalmente as técnicas de aprendizado profundo (DL), especialmente as redes neurais convolucionais (CNN), que são usadas para analisar imagens da mama e extrair características relevantes para as tarefas de IA. O estudo também menciona os modelos de linguagem natural (NLP), que são usados para processar texto e gerar resumos	O estudo é uma revisão narrativa baseada em uma pesquisa bibliográfica de artigos publicados sobre IA na imagem da mama. Os autores selecionaram os artigos mais relevantes e recentes para cada tópico de aplicação e os resumiram em termos de desempenho, disponibilidade e implicações clínicas. Os autores também discutiram as oportunidades e os desafios para o desenvolvimento e a implementação de IA na imagem da mama.	O estudo relata que muitos algoritmos de IA demonstraram excelente desempenho na detecção de câncer na mamografia, em alguns casos superando ou se aproximando do desempenho dos radiologistas ² . No entanto, o estudo também destaca que há uma lacuna na compreensão de como esses algoritmos se comportarão no mundo real, quando usados na prática clínica por radiologistas. O estudo também observa que há variações no desempenho dos algoritmos de IA entre diferentes modalidades de imagem, fornecedores, populações e cenários clínicos. O estudo sugere que o melhor desempenho pode ser alcançado quando um algoritmo de IA é combinado	O estudo não fornece uma estimativa quantitativa dos custos das aplicações de IA na imagem da mama, mas menciona que há barreiras significativas para a implementação de IA na imagem da mama, incluindo custos elevados e requisitos de TI. O estudo também observa que há uma falta de reembolso para as aplicações de IA na imagem da mama, o que pode limitar a adoção e a utilização das mesmas. O estudo sugere que as aplicações de IA que podem fornecer ganhos convincentes de eficiência ou fluxo de trabalho podem ser mais atraentes para os usuários finais.	O estudo apresenta vários outros resultados potenciais das aplicações de IA na imagem da mama, tais como melhoria da qualidade da imagem, redução da dose de radiação ou contraste, aumento da padronização e consistência da interpretação, personalização do risco e do tratamento do câncer de mama, e melhoria da interação e educação do paciente. O estudo também discute as implicações éticas, legais e sociais da utilização de IA na imagem da mama, tais como questões de confiança, responsabilidade, viés, privacidade e consentimento.	O estudo conclui que a IA na imagem da mama apresenta uma tremenda oportunidade de melhorar a qualidade da imagem da mama fornecida aos pacientes. O estudo afirma que os desafios atuais são validar o desempenho da IA em conjuntos de dados e populações diversos e superar as barreiras de implementação. O estudo prevê que os desafios futuros serão definir melhor os papéis que a IA deve desempenhar no cuidado do paciente e comunicar essas decisões de forma eficaz aos clínicos e pacientes referentes.

	ou relatório s.		com um radiologista, em vez de substituí-lo.			
Rahmat et al.	O Quantra é um software baseado em inteligência artificial que calcula o Vbd e a densidade da área da mama (Abd) a partir de imagens digitais de mamografia nas vistas craniocaudal (CC) e mediolateral oblíqua (MLO). O Quantra usa a cadeia de imagem física, baseada nos parâmetros físicos da mama e do sistema de imagem e na exposição individual de raios X, para estimar o volume da	Foram incluídas neste estudo retrospectivo 500 mamografias de rastreamento e diagnóstico de pacientes femininas selecionadas aleatoriamente que se apresentaram ao Departamento de Imagem Biomédica do Centro Médico Universitário de Malaya entre novembro de 2016 e abril de 2017. Três radiologistas com experiência em imagem mamária atribuíram qualitativamente as categorias de densidade BI-RADS da ACR às mamografias. O Quantra calculou automaticamente os dados de densidade volumétrica no sistema. Os leitores foram cegados para a avaliação do Quantra e dos outros leitores. Foi testada a concordância entre os leitores e entre o Quantra e cada leitor. Foi realizada uma análise da curva ROC para obter o valor de corte para separar a mama densa da não densa.	Foi observada uma concordância moderada entre o Quantra e a avaliação visual dos radiologistas quando os dados de densidade foram dicotomizados em não densos (densidade A e B) e densos (densidade C e D), com um valor de kappa de 0,63, 0,64 e 0,51 para cada leitor, respectivamente. O valor de corte do Vbd foi de 13,5% para estratificar a mama densa da não densa, com uma sensibilidade de 86,2% e uma especificidade de 83,1% (AUC 91,4%; intervalo de confiança: 88,8, 94,1).	O estudo não forneceu informações sobre os custos do software Quantra ou da avaliação visual. No entanto, pode-se inferir que o uso do Quantra pode reduzir o tempo e o esforço dos radiologistas na avaliação da densidade da mama, bem como fornecer resultados mais objetivos, consistentes e reprodutíveis.	O estudo também relatou a distribuição da densidade da mama de acordo com a idade e a etnia da população do estudo, que era composta por mulheres asiáticas de várias origens. Foi encontrada uma correlação inversa entre o Vbd e a idade, e uma maior distribuição da mama densa na etnia chinesa em comparação com as etnias malaia e indiana. Foi encontrada uma forte correlação linear entre o Vbd e o Abd, com um valor de P de 0,754.	O estudo concluiu que o Quantra mostrou uma concordância moderada com a avaliação visual dos radiologistas e que o estudo acrescenta evidências para apoiar o uso potencial do Quantra como uma ferramenta complementar para a avaliação da densidade da mama na rotina clínica na população asiática. O estudo também encontrou que 13,5% é o melhor valor de corte para estratificar a mama densa da não densa na população do estudo e que sua aplicação clínica pode fornecer automação e assistência para o ultrassom mamário complementar na população de rastreamento.

	mama e do tecido fibroglandular.					
Arasu et al.	Os algoritmos de IA usados no estudo foram baseados em redes neurais convolucionais, que são modelos de aprendizado profundo que podem aprender a extrair características relevantes de imagens. Os algoritmos foram treinados com diferentes conjuntos de dados de mamografias, alguns com anotações de câncer e outros sem.	O estudo foi um estudo de caso-coorte, no qual mulheres que fizeram uma mamografia de rastreamento em 2016 na Kaiser Permanente Northern California sem evidência de câncer na avaliação final de imagem foram seguidas até setembro de 2021. Mulheres com câncer de mama prévio ou uma mutação genética altamente penetrante conhecida foram excluídas. De um total de 329.814 mulheres elegíveis, uma subcoorte aleatória de 13.881 mulheres (4,2%) foi selecionada, das quais 197 tiveram câncer incidente. Todos os 4.475 casos adicionais de câncer também foram incluídos. Pontuações contínuas previstas pela IA foram geradas a partir da mamografia índice de 2016. As estimativas de risco foram geradas com o método de Kaplan-Meier e a área sob a curva variável no tempo [AUC (t)].	Para os cânceres incidentes em 0-1 ano (risco de câncer de intervalo), o BCSC demonstrou um AUC (t) de 0,62 (IC 95%, 0,58-0,66), e os algoritmos de IA tiveram AUC (t)s variando de 0,66-0,71, todos significativamente maiores do que o BCSC (P < 0,05). Para os cânceres incidentes em 1 a 5 anos (risco de câncer futuro de 5 anos), o BCSC demonstrou um AUC (t) de 0,61 (IC 95%, 0,60-0,62), e os algoritmos de IA tiveram AUC (t)s variando de 0,63 a 0,67, todos significativamente maiores do que o BCSC. Modelos combinados de BCSC e IA demonstraram AUC (t)s para o risco de câncer de intervalo de 0,67-0,73 e para o risco de câncer futuro de 5 anos de 0,66-0,68.	O estudo não forneceu informações sobre os custos dos algoritmos de IA ou do modelo BCSC. No entanto, pode-se esperar que os algoritmos de IA tenham custos associados ao desenvolvimento, treinamento, validação, implantação e manutenção dos modelos, bem como à aquisição e armazenamento dos dados de imagem. O modelo BCSC, por outro lado, pode ter custos relacionados à coleta e análise dos dados clínicos e demográficos das mulheres.	O estudo também relatou os resultados de calibração, que medem o quão bem as estimativas de risco correspondem à frequência observada de câncer. Os resultados mostraram que os algoritmos de IA tendiam a subestimar o risco de câncer de intervalo e superestimar o risco de câncer futuro de 5 anos, enquanto o BCSC tendia a superestimar ambos os riscos. Os modelos combinados de BCSC e IA mostraram uma melhor calibração do que os modelos individuais.	Os algoritmos de mamografia baseados em IA que foram avaliados tiveram uma discriminação significativamente maior do que o modelo de risco clínico BCSC para o risco de câncer de intervalo e futuro de 5 anos. Os modelos combinados de BCSC e IA tiveram uma discriminação ligeiramente maior do que a IA sozinha.

Fonte: autoria própria.

Um dos artigos relevantes da pesquisa, foi realizado recentemente na Suécia, cujos resultados foram publicados na revista *The Lancet Oncology*, trouxe descobertas importantes sobre o uso da inteligência artificial (IA) no rastreamento do câncer de mama. O estudo envolveu mais de 80 mil mulheres e destacou a precisão, eficiência e segurança da IA nesse contexto.

Os resultados revelaram que o IA foi capaz de detectar 20% a mais de casos de câncer de mama em comparação com a leitura da mamografia realizada por dois radiologistas. Além disso, uma pesquisa demonstrou que a implementação da IA não resultou em um aumento de falsificações positivas e reduziu a carga de trabalho associada à análise das mamografias em 44%.

No entanto, os pesquisadores salientam que, embora promissora, a IA ainda não está pronta para ser totalmente inovadora na triagem de mamografia. A principal autora do estudo, Kristina Lang, da Universidade de Lund, sugere que esses resultados sejam usados como base para novos ensaios e avaliações de programas que visam abordar a falta de radiologistas em muitos países. Ela ressalta que esses estudos não são suficientes, por si só, para confirmar a prontidão da IA no rastreamento de mamografia, enfatizando a necessidade de entender como a IA pode ser combinada eficazmente com a atuação dos radiologistas e qual será o custo-benefício dessa tecnologia.

A pesquisa na Suécia ocorreu entre abril de 2021 e julho de 2022, envolvendo mulheres com idades entre 40 e 80 anos que se submeteram à mamografia. O estudo comparou a análise de mamografias realizada pela IA com a análise padrão realizada por dois radiologistas. A IA classificou o risco de câncer em uma escala de 1 a 10, permitindo que os radiologistas revisassem as imagens apenas quando o risco fosse igual ou superior a 10. Como resultado, o estudo envolveu 244 casos de câncer nas mulheres submetidos à triagem com o auxílio da IA, em comparação com 203 casos no grupo de triagem padrão. Além disso, houve uma redução significativa de 44% na carga de trabalho dos radiologistas, com 36.886 leituras de tela a menos no grupo com suporte da IA.

Embora as descobertas tenham sido promissoras, os pesquisadores ressaltam a necessidade de considerar as limitações do estudo, incluindo o fato de que a análise foi realizada em um único centro de diagnóstico e se restringiu a um tipo específico de dispositivo de mamografia e um sistema de IA.

Outro artigo interessante foi o estudo com objetivo de desenvolver e validar uma abordagem de modelo de aprendizado de máquina interpretável e repetível para prever os subtipos moleculares do câncer de mama com base em informações e imagens clínicas de mamografia e ressonância magnética. Os pesquisadores avaliaram retrospectivamente 363 casos de câncer de mama, divididos nos subtipos Luminal A, Luminal B, HER2 e BLBC. Eles utilizaram 82 características definidas no léxico BI-RADS para descrever visualmente os casos.

Para realizar a seleção e classificação das características, empregaram um modelo de árvore de decisão com o algoritmo detector de interação. Uma validação cruzada de 10 vezes foi realizada para avaliar o desempenho do modelo.

Os resultados mostraram que sete das 82 variáveis foram selecionadas para a classificação dos subtipos moleculares. Essas variáveis incluíam informações relacionadas à calcificação da margem de massa na mamografia, tipos de curvas cinéticas de margem de massa na fase tardia, características de realce interno de massa, distribuição sem aumento de massa na ressonância magnética e histórico de parto. O isolamento geral do modelo de árvore de decisão foi de 74,1%.

Em relação a cada grupo de subtipo molecular, os resultados variaram. O subtipo Luminal A recebeu sensibilidade, valor preditivo positivo e pontuação F1 de 79,47%, 75,47% e 77,42%, respectivamente. O subtipo Luminal B recebeu sensibilidade, valor preditivo positivo e pontuação F1 de 64,58%, 55,86% e 59,90%, respectivamente. O subtipo HER2 alcançou sensibilidade, valor preditivo positivo e pontuação F1 de 81,58%, 95,38% e 87,94%, respectivamente. Por fim, o subtipo BLBC recebeu sensibilidade, valor preditivo positivo e pontuação F1 de 62,50%, 89,29% e 73,53%, respectivamente.

Concluindo, os pesquisadores aplicaram uma abordagem de aprendizado de máquina "caixa branca" para prever os subtipos moleculares do câncer de mama com base na proteção do léxico BI-RADS em um ambiente multimodal. Ao combinar características do BI-RADS em mamografia e ressonância magnética, o método apresentou uma previsão precisa e robusta. Os resultados sugerem que esse método pode ser amplamente aplicado, independentemente da variabilidade dos fornecedores e configurações de imagem, devido à

aplicabilidade e acessibilidade do BI-RADS.

4 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nesta revisão integrativa e no estudo recente na Suécia destacam a crescente importância da inteligência artificial (IA) no contexto do diagnóstico do câncer de mama por meio de mamografias. As evidências mostram que a IA tem o potencial de transformar significativamente o rastreamento e a detecção precoce do câncer de mama, com implicações positivas para a saúde pública. Contudo, é fundamental considerar diversos aspectos para uma análise mais aprofundada.

Em relação ao estudo sueco, a capacidade da IA em detectar 20% a mais de casos de câncer de mama em comparação com a leitura de mamografias por radiologistas é um avanço significativo. A redução de 44% na carga de trabalho dos radiologistas também é notável, já que a escassez de especialistas é um problema enfrentado por muitos sistemas de saúde em todo o mundo. No entanto, a discussão sobre a integração da IA com a atuação dos radiologistas é crucial. A IA deve ser vista como uma aliada, complementando as habilidades humanas em vez de substituí-las, e isso requer um planejamento cuidadoso.

Outro ponto importante que merece destaque é a ausência de aumento significativo em falsos positivos com o uso da IA. Isso é fundamental para garantir que os recursos e o tempo dos profissionais de saúde sejam direcionados de forma eficaz para os casos que realmente desbloqueiam a atenção. No entanto, os investigadores alertam que a IA ainda não está pronta para ser a única responsável pelo rastreio de mamografias. A interação entre a IA e os profissionais de saúde é uma área que precisa ser explorada e estudada mais a fundo.

No contexto da pesquisa mais ampla abordada nesta revisão integrativa, é possível observar que a IA também tem potencial para melhorar a precisão diagnóstica e o acesso a exames de mamografia em regiões com escassez de especialistas. A detecção precoce do câncer de mama é fundamental para o sucesso dos tratamentos, e a IA pode ser uma ferramenta útil nesse sentido. No entanto, desafios, como a disponibilidade de grandes conjuntos de dados para treinamento e questões éticas relacionadas à privacidade dos pacientes, devem

ser enfrentados com responsabilidade.

Além disso, uma das pesquisas apresentada sobre a classificação de subtipos moleculares de câncer de mama usando IA destaca como essa tecnologia pode ser aplicada para uma compreensão mais detalhada e personalizada da doença. A precisão na identificação dos subtipos é crucial para direcionar tratamentos específicos e personalizados, o que pode resultar em melhores resultados para os pacientes.

A IA representa uma revolução promissora no diagnóstico do câncer de mama por meio de mamografias. Ela pode aumentar a detecção precoce, reduzir a carga de trabalho dos profissionais de saúde e aprimorar a precisão diagnóstica. No entanto, a implementação responsável, a colaboração entre a IA e os radiologistas, bem como a consideração dos aspectos éticos e do custo-benefício, são essenciais para maximizar o potencial dessa tecnologia e garantir o melhor atendimento aos pacientes e a continuidade do cuidado. Pesquisas futuras devem continuar a explorar esses aspectos para uma integração eficaz da IA na prática clínica de rastreamento do câncer de mama.

5 CONCLUSÃO

A conclusão deste estudo traz à tona considerações importantes fundamentadas nos resultados apresentados. A aplicação da inteligência artificial (IA) no diagnóstico do câncer de mama por meio de mamografias demonstrou ter um grande potencial para melhorar o acesso, a precisão diagnóstica e a eficiência dos serviços de saúde. Essa inovação pode ter implicações significativas para a área da saúde e para as políticas de saúde pública.

Os resultados do estudo realizado na Suécia, que revelaram que o IA pode detectar um maior número de casos de câncer de mama em comparação com radiologistas, indicam que essa tecnologia pode ser fundamental na identificação precoce da doença. Isso tem o potencial de melhorar significativamente as taxas de sobrevivência e reduzir os custos associados ao tratamento em estágios avançados da doença.

Além disso, uma redução de 44% na carga de trabalho dos radiologistas, evidenciada no estudo sueco, pode aliviar os desafios enfrentados pelos serviços de saúde devido à falta de especialistas em muitas regiões. Isso pode permitir um atendimento mais suave e ágil aos pacientes, melhorando o sistema de saúde como um todo.

No entanto, é fundamental salientar que a IA deve ser vista como uma ferramenta complementar aos profissionais de saúde, e não como uma substituição. A discussão sobre a integração responsável da IA com a atuação dos radiologistas é crucial para garantir o melhor atendimento aos pacientes.

A pesquisa integrativa também destacou desafios que precisam ser envolvidos, como a necessidade de grandes conjuntos de dados para treinamento e questões éticas relacionadas à privacidade dos pacientes. Esses desafios devem ser considerados ao implementar a IA no sistema de saúde.

Portanto, os resultados destes estudos indicam que a IA tem o potencial de revolucionar o diagnóstico do câncer de mama, com impactos significativos na saúde pública e nas políticas de saúde. Contudo, a implementação responsável, considerando questões éticas e a colaboração entre a IA e os profissionais de saúde, é essencial para garantir que essa tecnologia seja aplicada de maneira eficaz e benéfica aos pacientes. O futuro promete novas

descobertas e aprimoramentos, e é fundamental que esses avanços sejam direcionados para o benefício dos pacientes e para aprimorar os serviços de saúde em todo o mundo.

REFERÊNCIAS

- IARC - Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer. (2020). **Incidência de câncer no mundo em 2020** . Disponível em: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf> . Acesso em 11 de outubro de 2023.
- INCA – Instituto Nacional de Câncer. (2020). **Estimativa 2020: incidência de câncer no Brasil** . Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/2020> . Acesso em 11 de outubro de 2023.
- LITJENS, G., et al. (2017). **Uma pesquisa sobre aprendizagem profunda em análise de imagens médicas. Análise de imagens médicas** , 42, 60-88.
- ESTEVA, A., et al. (2019). **Classificação do câncer de pele em nível de dermatologista com redes neurais profundas. Natureza** , 542(7639), 115-118.
- YALA, A., et al. (2019). **Um modelo de aprendizagem profunda para triagem de mamografias: um estudo de simulação. Radiologia** , 293(1), 38-46.
- RODRIGUES, GB, et al. (2019). **Influência da inteligência artificial nos métodos diagnósticos do câncer de mama. Imagens Médicas Atuais** , 15(5), 406-415.
- KORFIATIS, P., et al. (2019). **Detecção e classificação de lesões mamárias em mamografias. Jornal de Imagem** , 5(2), 32.
- LIU, Y., et al. (2019). **Detecção de metástases de câncer em imagens patológicas gigapixel. Pré-impressão do arXiv** arXiv:1703.02442.
- RIBEIRO, MT, et al. (2020). **Aprendizado de máquina com reconhecimento de justiça. Pré-impressão do arXiv** arXiv:1904.13336.
- A Lanceta Oncologia. (2023). **Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study**. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045\(23\)00298-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanonc/article/PIIS1470-2045(23)00298-X/fulltext). Acesso em 09 de outubro de 2023.
- Pubmed. (2023). **Prediction of molecular subtypes of breast cancer using BI-RADS based features in a “white box” machine learning approach in a multimodal image**. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31005170/>.

Acesso em 09 de outubro de 2023.

LÅNG, Kristina, et al. (2023). **Artificial intelligence-supported screen reading versus standard double reading in the Mammography Screening with Artificial Intelligence trial (MASAI): a clinical safety analysis of a randomised, controlled, non-inferiority, single-blinded, screening accuracy study**. *Lancet Oncol*, v. 936–944, 2023.

Acesso em 18 de novembro de 2023

O PERFIL DO MÉDICO ESPECIALISTA EM RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM NO BRASIL. [S. l.]: Cbr, 2019.

TAYLOR, Clayton R.; MONGA, Natasha; JOHNSON, Candise; HAWLEY, Jeffrey R.; PATEL, Mitva. **Artificial Intelligence Applications in Breast Imaging: Current Status and Future Directions**. *Diagnostics*, v. 13, n. 12, p. 2041, 13 jun. 2023.

RODRIGUEZ-RUIZ, Alejandro; LÅNG, Kristina; GUBERN-MERIDA, Albert; BROEDERS, Mireille; GENNARO, Gisella; CLAUSER, Paola; HELBICH, Thomas H; CHEVALIER, Margarita; TAN, Tao; MERTELMEIER, Thomas; WALLIS, Matthew G; ANDERSSON, Ingvar; ZACKRISSON, Sophia; MANN, Ritse M; SECHOPOULOS, Ioannis. **Stand-Alone Artificial Intelligence for Breast Cancer Detection in Mammography: Comparison With 101 Radiologists**. *JNCI: Journal of the National Cancer Institute*, v. 111, n. 9, p. 916–922, 1 set. 2019.

MCKINNEY, Scott Mayer; SIENIEK, Marcin; GODBOLE, Varun; GODWIN, Jonathan; ANTROPOVA, Natasha; ASHRAFIAN, Hutan; BACK, Trevor; CHESUS, Mary; CORRADO, Greg S.; DARZI, Ara; ETEMADI, Mozziyar; GARCIA-VICENTE, Florencia; GILBERT, Fiona J.; HALLING-BROWN, Mark; HASSABIS, Demis; JANSEN, Sunny; KARTHIKESALINGAM, Alan; KELLY, Christopher J.; KING, Dominic; ... SHETTY, Shravya. **International evaluation of an AI system for breast cancer screening**. *Nature*, v. 577, n. 7788, p. 89–94, 1 jan. 2020.

