

Impactos da Inteligência Artificial no Diagnóstico Precoce do Câncer: Uma Revisão Integrativa da Literatura

Impacts of Artificial Intelligence on Early Cancer Diagnosis: An Integrative Literature Review

Ezequiel Almeida Barros¹, Daniel Ferreira dos Santos², Karolaine Laiane Lima Coelho³, Italo Hugo Almeida Antero⁴, Eduardo Araujo Santana⁵, Danyelle Carneiro de Souza Cavalcante⁶, Lucas Bragagnolo Lima⁷, Marcela de Maria Pereira Teixeira⁸.

RESUMO

Objetivo: analisar os impactos do uso da inteligência artificial no diagnóstico precoce de câncer. **Materiais e Métodos:** Revisão integrativa da literatura, realizada entre julho e agosto de 2024 nas seguintes bases de dados *BDENF*, *MEDLINE*, *LILACS* e *SCIENCE DIRECT*, utilizando os descritores: “Câncer”, “Inteligência Artificial”, e “Diagnóstico Precoce”. Os dados foram coletados com auxílio do *software* Rayyan e extraídos com instrumento específico. Os resultados foram avaliados quanto ao nível de evidência e rigor metodológico. Após a categorização dos estudos, os dados foram sintetizados em um quadro para análise descritiva. **Resultados:** Incluiu-se 07 artigos na amostra final. Os resultados desta revisão integrativa destacam a relevância crescente da IA no aprimoramento do diagnóstico precoce e na gestão do câncer. A integração de ferramentas como o Health Connect, *ENDoscopy as AI-powered Device Computer Aided Diagnosis for Gastroscopy*, triagem de câncer cervical e a automação da detecção de nódulos pulmonares e a *Automated Visual Evaluation* mostra seu potencial da IA para transformar a prática clínica. **Considerações Finais:** Para pesquisas futuras, é essencial explorar a integração contínua da IA em ambientes clínicos reais, avaliando a eficácia das ferramentas em diferentes populações e condições.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Diagnóstico Precoce. Câncer. Tecnologia Biomédica.

ABSTRACT

Objective: to analyze the impacts of the use of artificial intelligence in the early diagnosis of cancer. **Materials and Methods:** Integrative literature review, carried out between July and August 2024 in the following databases: *BDENF*, *MEDLINE*, *LILACS*, and *SCIENCE DIRECT*, using the descriptors: “Cancer”, “Artificial Intelligence”, and “Early Diagnosis”. Data were collected with the aid of Rayyan software and extracted with a specific instrument. The results were assessed for the level of evidence and methodological rigor. After categorizing the studies, the data were synthesized in a table for descriptive analysis. **Results:** Seven articles were included in the final sample. The results of this integrative review highlight the growing relevance of AI in improving early diagnosis and cancer management. The integration of tools such as Health Connect, *ENDoscopy as AI-powered Device Computer Aided Diagnosis for Gastroscopy*, cervical cancer screening and automation of lung nodule detection and *Automated Visual Evaluation* shows the potential of AI to transform clinical practice. **Final Considerations:** For future research, it is essential to explore the continued integration of AI in real clinical settings, evaluating the effectiveness of the tools in different populations and conditions.

Keywords: Artificial Intelligence. Early Diagnosis. cancer. Biomedical Technology.

¹ Graduando em Enfermagem pela Universidade Federal do Maranhão. Bolsista de Iniciação Científica - CNPq. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4825-7449>. E-mail: ezequiel.barros@discente.ufma.br

² Enfermeiro. Docente do curso de Técnico de Enfermagem da Escola Técnica Alvorada. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5501-4548>. E-mail: daniel.fs@discente.ufma.br

³ Enfermeira pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1791-8187>. E-mail: karolaine.coelho@discente.ufma.br

⁴ Graduando em Enfermagem pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1100-7035>. E-mail: italo.hugo@discente.ufma.br

⁵ Graduando em Enfermagem pela Universidade Federal do Maranhão. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0419-914X>. E-mail: eduardo.santana@discente.ufma.br

⁶ Enfermeira. Mestre em saúde da família. Servidora pública da prefeitura de Imperatriz-MA. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2017-8821>. E-mail: danyellecas@hotmail.com

⁷ Graduando em Medicina pela Universidade CEUMA. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1189-8184>. E-mail: emily.barbosa@discente.ufma.br

⁸ Enfermeira. Graduada em Administração. Docente do curso de Técnico de Enfermagem da Escola Técnica Alvorada. ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3478-7491>. E-mail: marcela.maria@discente.ufma.br

1. INTRODUÇÃO

O câncer é uma desordem genética resultante de mutações no DNA que são, na maioria das vezes, adquiridas espontaneamente ou induzidas por fatores ambientais. Além das mutações genéticas, os cânceres frequentemente apresentam alterações epigenéticas, como o aumento focal da metilação do DNA e modificações nas histonas. Essas alterações epigenéticas geralmente decorrem de mutações adquiridas em genes que regulam tais modificações. Tanto as alterações genéticas quanto as epigenéticas afetam a expressão ou função de genes essenciais que regulam processos celulares fundamentais, como crescimento, sobrevivência e senescência¹.

O câncer é a segunda principal causa de morte nos Estados Unidos, superado apenas pelas doenças cardiovasculares. Além da alta mortalidade, o sofrimento físico e emocional causado pelas neoplasias é extremamente angustiante. Pacientes e o público frequentemente perguntam: “Quando haverá uma cura para o câncer?” Responder a essa pergunta é complexo porque o câncer não é uma única doença, mas sim um conjunto de desordens que compartilham uma desregulação profunda do crescimento celular¹.

Para o controle do câncer, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda ações de prevenção, detecção precoce e acesso ao tratamento. A detecção precoce, em particular, recebe grande atenção da população e dos meios de comunicação devido à premissa de que quanto mais cedo o câncer for identificado, maiores são as chances de cura. Essa detecção precoce envolve duas estratégias principais: o rastreamento, que visa encontrar o câncer pré-clínico ou lesões pré-cancerígenas por meio de exames de rotina em uma população-alvo sem sinais e sintomas sugestivos, e o diagnóstico precoce, que busca identificar o câncer em estágio inicial em pessoas que apresentam sinais e sintomas suspeitos da doença².

Nos últimos anos, tecnologias de inteligência artificial (IA) baseadas em algoritmos de aprendizagem profunda têm sido desenvolvidas no campo do diagnóstico médico. As redes neurais convolucionais (ConvNet) mostram um desempenho excepcional para dados de alta dimensão, pois aprendem empiricamente as funções complexas subjacentes aos dados, superando os algoritmos tradicionais de aprendizagem de máquina. Estudos prévios demonstraram que a IA pode ser eficaz na segmentação do citoplasma e na identificação de displasia epitelial cervical. No entanto, o desempenho

da citologia assistida por IA em estratégias de rastreamento clínico ainda precisa ser mais bem compreendido³.

A justificativa para este estudo reside na importância crescente da IA no diagnóstico precoce de câncer. A utilização de IA, especialmente através de algoritmos de aprendizagem profunda, tem demonstrado um potencial significativo em identificar tumores em estágios iniciais, possibilitando tratamentos mais eficazes e aumentando as chances de cura. Apesar das evidências promissoras, há uma escassez de estudos brasileiros que explorem e validem o uso dessas tecnologias no contexto nacional. Portanto, esta revisão se torna crucial para compreender o impacto da IA no diagnóstico precoce de câncer no Brasil, preencher lacunas de conhecimento e orientar futuras pesquisas e práticas clínicas^{4,5,6}.

O objetivo deste artigo é investigar os impactos do uso da inteligência artificial no diagnóstico precoce de câncer, identificando os benefícios, desafios e avanços tecnológicos associados a essa abordagem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo é uma revisão integrativa da literatura, fundamentada nas etapas descritas por Souza et al.,⁷ as quais são: 1) elaboração da pergunta norteadora; 2) busca ou amostragem na literatura; 3) coleta de dados; 4) análise crítica dos estudos incluídos; 5) discussão dos resultados; 6) apresentação da revisão integrativa.

Como ferramenta auxiliar para a elaboração da pergunta de pesquisa, optou-se pela ferramenta PICo, conforme apresentado por Santos et al.,⁸ onde “P” compreende paciente ou problema (Câncer) “I” para intervenção ou fenômeno de interesse (Inteligência Artificial); e “Co” para contexto da Intervenção (Diagnóstico Precoce). Deste modo, chegou-se a seguinte indagação norteadora: Quais os impactos do uso da inteligência artificial no diagnóstico precoce de paciente com câncer?

A coleta de dados foi realizada entre julho e agosto de 2024 por meio de pesquisas nas bases de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Base de Dados em Enfermagem (BDENF) e Science Direct. Para a coleta de dados foi utilizado os seguintes Descritores em Ciência da Saúde (DeCS): “Câncer”, “Inteligência Artificial”, e “Diagnóstico Precoce”. Os descritores foram cruzados através do operador booleano AND.

A janela temporal utilizada deu-se do ano de 2020 a 2024 para assegurar os resultados de pesquisas mais atuais.

Os critérios de inclusão adotados abrangeram artigos completos, disponíveis em formato eletrônico, de acesso gratuito, publicados em qualquer idioma, dentro do período especificado e que tratavam da questão de pesquisa. Foram excluídos estudos documentais, cartas ao editor, dissertações, teses e artigos que não abordaram diretamente a questão de pesquisa.

Para aprimorar a eficiência na coleta de dados, utilizamos o software Rayyan, desenvolvido pelo Qatar Computing Research Institute (QCRI). Este software auxilia na organização e seleção dos estudos, além de identificar e eliminar duplicatas⁹.

Para a extração dos dados, utilizamos um instrumento desenvolvido por pesquisadores da área de enfermagem. Este instrumento abrange itens que incluem a identificação do artigo, as características metodológicas e a avaliação do rigor metodológico¹⁰.

Realizou-se a análise crítica dos artigos com base na hierarquia de evidências, conforme definida por Souza et al.,⁷. No nível 1, encontram-se meta-análises de ensaios clínicos controlados e randomizados, representando o mais alto grau de evidência. O nível 2 abrange estudos individuais com delineamento experimental, enquanto o nível 3 inclui estudos quase experimentais. O nível 4 compreende estudos descritivos ou qualitativos, e o nível 5 envolve relatos de caso e experiências individuais. Finalmente, o nível 6 corresponde a estudos baseados nas opiniões de especialistas, representando o nível mais baixo de evidência. Essa abordagem permitiu avaliar a qualidade e a robustez das evidências nos artigos, priorizando estudos com delineamentos mais rigorosos e resultados mais confiáveis.

Adicionalmente, avaliamos a qualidade metodológica por intermédio de instrumentos desenvolvidos pelo Joanna Briggs Institute (JBI). Esses instrumentos dispõem de um checklist de perguntas específicas para cada tipo de estudo, com opções de resposta como Sim, Não, Não se aplica ou Não está claro¹¹.

Para a avaliação metodológica dos estudos, utilizou-se a ferramenta PRISMA, conforme as diretrizes de Moher et al.,¹². Esta ferramenta inclui quatro categorias dicotômicas: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos na revisão. Após a categorização, os dados foram sintetizados em um quadro para análise descritiva,

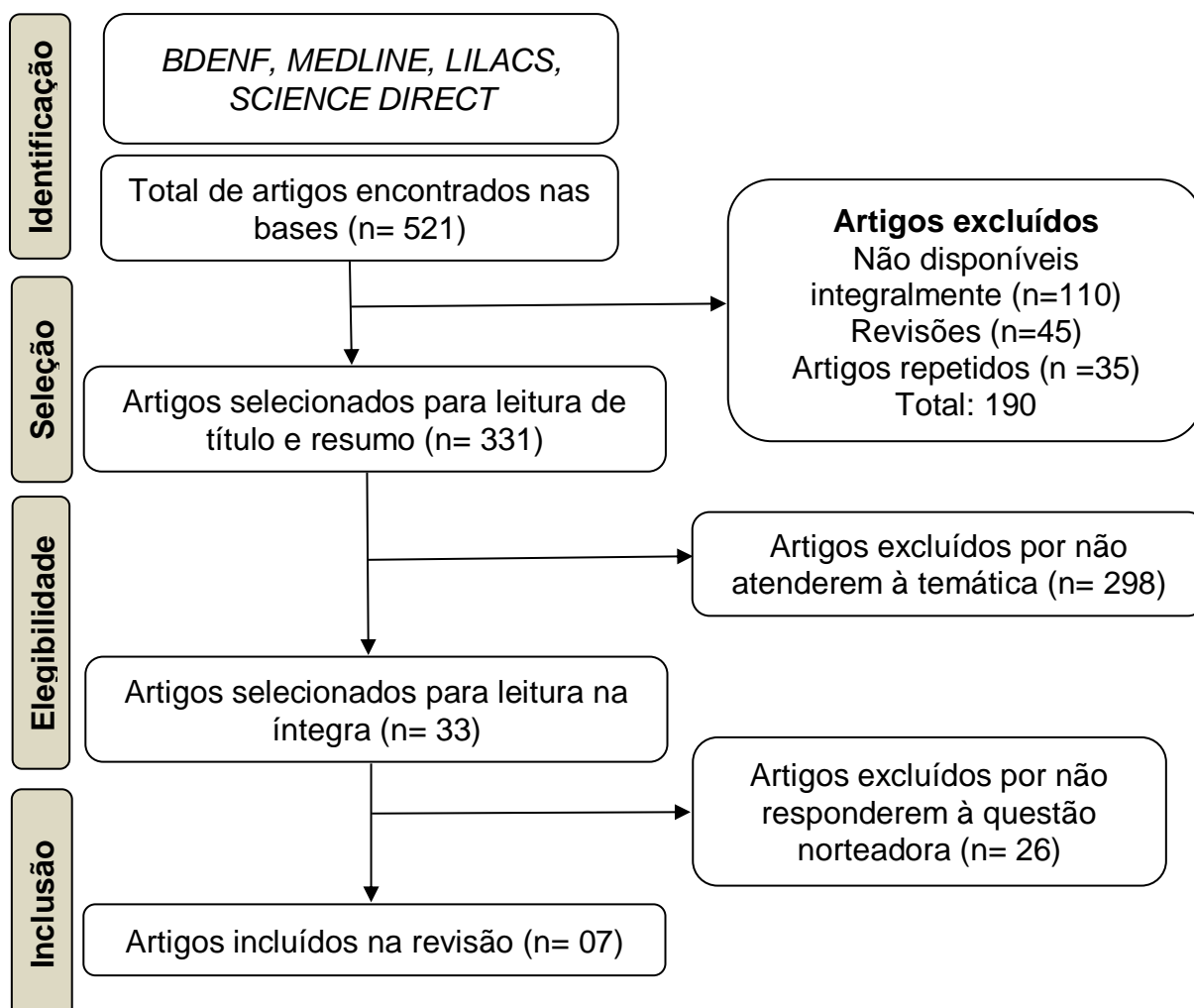
contemplando autoria e ano de publicação, local do estudo, principais resultados, tipo de estudo, nível de evidência e qualidade metodológica de acordo com os critérios do JBI.

Por se tratar de uma revisão integrativa da literatura, não houve necessidade de submeter o projeto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). No entanto, é fundamental destacar que todas as normas éticas profissionais foram rigorosamente seguidas, assegurando a descrição precisa das informações dos artigos, devidamente referenciados.

3. RESULTADOS

Diante da coleta de dados, foram identificados 521 artigos somando as quatro bases de dados descritas. Na seleção, relacionado aos fatores de inclusão e exclusão, foram selecionados 331 estudos para leitura de títulos e resumos. Referente à elegibilidade, foram elegíveis 33 artigos para leitura na íntegra, em frente ao atendimento da temática. E por fim, foram incluídos sete (07) artigos que respondiam à questão norteadora (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma de seleção dos artigos incluídos no estudo. Imperatriz, Maranhão, Brasil, 2024.



Dentre os sete artigos selecionados, eram três (3) estudos de delineamento experimental, referente ao nível dois de evidência, dois (2) estudos retrospectivos, nível três de evidência, um (1) estudo multicêntrico, nível 3 de evidência, e um (1) estudo qualitativo, nível 4 de evidência, (Quadro 1).

Os estudos incluídos envolveram seis países, pertencentes às seguintes regiões continentais: América do Norte, Ásia e África. Ainda na caracterização dos estudos, três estudos foram realizados em países desenvolvidos, enquanto Canadá (1), Coréia do sul (1), Estados Unidos da América (1), e quatro em países em desenvolvimento, envolvendo china (2), Camarões (1) e Zâmbia (1).

Quadro 1. Síntese e categorização dos estudos incluídos na amostra da pesquisa. Imperatriz, Maranhão, Brasil, 2024.

Autoria	Local do estudo	Principais Resultados	Tipo de Estudo / Nível de Evidência	Qualidade Metodológica JBI
Dowden et al.,⁴ 2024	Canadá	O Health Connect é uma solução de sistemas de saúde de ponta para harmonizar dados de exames de câncer para tomada de decisão prática. O objetivo de longo prazo é integrar todos os dados sobre tratamento do câncer no Health Connect para construir um sistema abrangente de informações de saúde para tratamento do câncer na província.	Delineamento experimental (Nível 2)	11 de 13 pontos na JBI Critical appraisal checklist for randomized controlled trials
Chang et al.,⁵ 2024	Coreia do Sul	ENAD CAD-G classificou as lesões gástricas referidas de atipia em EGC (precisão, 82,47%; intervalo de confiança [IC] de 95%, 76,46%–88,47%), displasia (88,31%; 83,24%–93,39%) e lesões benignas (83,12%; 77,20%–89,03%). No conjunto de vídeos internos, ENAD CAD-G identificou displasia e EGC com precisões diagnósticas de 88,57% (IC de 95%, 83,30%–93,84%) e 91,43% (86,79%–96,07%), respectivamente, em comparação com uma precisão de 60,71%	Estudo diagnóstico multicêntrico (Nível 3)	Oito de oito pontos na Checklist for analytical cross-sectional studies

		(52,62%–68,80%) para os resultados iniciais da biópsia ($P < 0,001$). No conjunto de vídeos externos, o ENAD CAD-G classificou EGC, displasia e lesões benignas com precisões diagnósticas de 87,50% (83,73%–91,27%), 90,54% (87,21%–93,87%) e 88,85% (85,27%–92,44%), respectivamente.		
Ha et al.,⁶ 2024	Estados Unidos da América	Entre 5707 mulheres assintomáticas (idade média, 52,4 anos \pm 7,9 [DP]), 33 (0,6%) tinham câncer (tamanho mediano da lesão, 0,7 cm). A mamografia com IA teve uma especificidade maior (95,3% [IC 95%: 94,7, 95,8], $P = 0,003$) e menor AIR (5,0% [IC 95%: 4,5, 5,6], $P = 0,004$) do que a mamografia sozinha (94,3% [IC 95%: 93,6, 94,8] e 6,0% [IC 95%: 5,4, 6,7], respectivamente). A mamografia mais US teve um CDR (5,6 vs 3,5 por 1000 exames, $P = 0,002$) e sensibilidade (97,0% vs 60,6%, $P = 0,002$) mais altos, mas especificidade mais baixa (77,6% vs 95,3%, $P < 0,001$) e AIR mais alto (22,9% vs 5,0%, $P < 0,001$) do que a mamografia com IA. O US suplementar sozinho ajudou a detectar 12 cânceres, principalmente em estágio 0 e I (92%, 11 de 12).	Estudo retrospectivo (Nível 3)	Sete de oito pontos na Checklist for analytical cross-sectional studies
Yang et al.,¹⁶ 2024	China	O Se e o Sp da estratégia primária de IA isolada nos limiares LSIL e HSIL foram superiores aos da estratégia de coteste LBC + HPV. Entre as estratégias de triagem, os YIs da estratégia de IA no limiar LSIL + e limiar HSIL + foram os mais altos. No limiar HSIL +, a estratégia de IA obteve o melhor resultado, com um valor de AUC de 0,621 (IC de 95%, 0,587–0,654), enquanto o teste de HPV obteve o pior resultado, com um valor de AUC de 0,521 (IC de 95%, 0,484–	Delineamento experimental (Nível 2)	11 de 13 pontos na JBI Critical appraisal checklist for randomized controlled trials

		0,559). Da mesma forma, no limiar LSIL +, a estratégia baseada em LBC obteve o melhor resultado, com uma AUC de 0,637 (IC de 95%, 0,606–0,668), enquanto o teste de HPV obteve o pior resultado, com uma AUC de 0,524 (IC de 95%, 0,491–0,557). Além disso, as AUCs das estratégias AI e LBC neste limiar foram semelhantes (0,631 e 0,637, respectivamente).		
Sachdeva et al.,¹⁸ 2024	Camarões	Um total de 32 participantes participaram dos seis grupos focais, e 38% dos participantes tinham nível primário de educação. As perspectivas identificadas foram classificadas usando uma versão adaptada do Technology Acceptance Model. Os principais fatores que influenciam a aceitabilidade da inteligência artificial incluem preocupações com privacidade, utilidade percebida e confiança na competência dos provedores, precisão da ferramenta, bem como o potencial impacto negativo dos smartphones.	Estudo qualitativo (Nível 4)	oitro de oito pontos na JBI Qualitative data extraction tool
Hu et al.,²² 2024	Zambia	Como uma ferramenta de triagem populacional geral para lesões pré-cancerígenas cervicais, o AVE identificou casos de lesões pré-cancerígenas e cancerígenas cervicais (CIN2+) com alto desempenho (AUC = 0,91, intervalo de confiança [IC] de 95% = 0,89–0,93), o que se traduz em uma sensibilidade de 85% (IC de 95% = 81%–90%) e especificidade de 86% (IC de 95% = 84%–88%) com base na maximização do índice de Youden. Isso representa uma melhoria considerável em relação ao VIA a olho nu, que, de acordo com uma meta-análise da Organização Mundial da Saúde (OMS), tem uma sensibilidade de	Delineamento experimental (Nível 2)	12 de 13 pontos na JBI Critical appraisal checklist for randomized controlled trials

		66% e especificidade de 87%. Para mulheres vivendo com HIV, a AUC da AVE foi de 0,91 (IC de 95% = 0,88–0,93) e entre aquelas com teste positivo para tipos de HPV de alto risco, a AUC foi de 0,87 (IC de 95% = 0,83–0,91).		
Gao et al.,²⁴ 2024	China	Um total de 570 indivíduos foram incluídos neste estudo retrospectivo. O software de IA demonstrou alta consistência com a avaliação do painel na determinação da posição e do diâmetro dos nódulos pulmonares ($\kappa = 0,883$, coeficiente de correlação de concordância (CCC) = 0,809, $p = 0,000$). A comparação das características de atenuação dos nódulos sólidos também mostrou consistência aceitável ($\kappa = 0,503$). Em pacientes diagnosticados com câncer de pulmão, a área sob a curva (AUC) para o painel e IA foram 0,873 (IC 95%: 0,829–0,909) e 0,921 (IC 95%: 0,884–0,949), respectivamente. No entanto, não houve diferença significativa ($p = 0,0950$). O diâmetro máximo, nódulos sólidos e nódulos subsólidos foram os fatores cruciais para a interpretação de nódulos carcinomatosos na análise do painel de especialistas e nas características dos nódulos pulmonares do IRCL.	Estudo retrospectivo (Nível 3)	Sete de oito pontos na Checklist for analytical cross-sectional studies

Fonte: Autores (2024).

4. DISCUSSÃO

Conforme exposto por Dowden et al.,⁴ o Health Connect (HC) conseguiu harmonizar dados de câncer na província canadense de Newfoundland e Labrador.

O HC é um sistema de informações de saúde em constante evolução que tem como objetivo integrar todas as fontes de dados relacionadas ao tratamento do câncer. Ele extrai

elementos essenciais de cada fonte para criar uma visão abrangente do tratamento do paciente, desde a triagem e prevenção até o tratamento, acompanhamento e sobrevivência. Originalmente criado para coletar e analisar dados de triagem baseados na população, o sistema agora está sendo ampliado para incluir outros dados relevantes sobre o câncer¹³.

O ENdoscopia as AI-powered Device Computer Aided Diagnosis for Gastroscopy (ENAD CAD-G) classificou as lesões gástricas referidas de atipia em EGC, displasia e lesões benignas, com boa precisão e intervalo de confiança. No conjunto de vídeos internos, ENAD CAD-G identificou displasia e EGC com precisões diagnósticas de 88,57% e 91,43%, respectivamente, em comparação com uma precisão de 60,71% para os resultados iniciais da biópsia⁵.

O desempenho significativo de revalidação obtido pelo ENAD CAD-G pode ser atribuído a diversos fatores. Primeiramente, o ponto forte principal foi a diversidade do conjunto de dados de treinamento. O conjunto de atipia e o teste de vídeo interno incluíram pacientes do SNUBH, um hospital universitário de referência terciária. Além disso, o conjunto de vídeo interno abrange não apenas pacientes com suspeita de câncer gástrico precoce (EGC) ou displasia, mas também aqueles que realizaram endoscopia devido à dispepsia ou para triagem de câncer gástrico¹⁴.

De acordo com achados de Ha et al.,⁶ a mamografia com IA teve uma especificidade maior do que a mamografia sozinha. Um estudo caso controle destacou que os resultados mostraram que um aumento de uma unidade no score IA está associado a um aumento de 20% na chance de câncer de mama invasivo (OR = 1,20; IC 95%: 1,17-1,22; AUC = 0,63; IC 95%: 0,62-0,64). O score IA aumentou a predição em todos os tipos tumorais em modelos que incluíam medidas de densidade, melhorando a discriminação de câncer de mama avançado, com a AUC (área sob a curva) subindo de 0,624 para 0,679, uma variação de 0,065 (p=0,01). Contudo, essa avaliação não alcançou significância estatística para tumores de intervalo¹⁵.

Um estudo destacou que a triagem exclusivamente com IA foi o método mais confiável para diagnosticar lesões intraepiteliais escamosas de alto grau (HSIL) e lesões intraepiteliais escamosas de baixo grau (LSIL), aprimorando a precisão do diagnóstico por colposcopia¹⁶. Poucos estudos integraram a citologia assistida por IA em estratégias de triagem clínica para câncer cervical (CC). Até o momento, o desenvolvimento de diagnósticos médicos assistidos por IA e citologia assistida por IA tem sido relatado como uma forma de facilitar a triagem para CC. Alguns pesquisadores confirmaram que a citologia

assistida por IA pode melhorar as sensibilidades na detecção de LSIL e HSIL, alcançando sensibilidade e especificidade comparáveis às dos citologistas na população de referência¹⁷.

Os resultados Sachdeva et al.,¹⁸ sugerem que uma ferramenta de triagem baseada em inteligência artificial para câncer cervical é, em sua maioria, aceitável para as mulheres em Camarões. Em 2020, estimou-se que ocorreram 604.127 novos casos de CC, resultando em 341.831 mortes em todo o mundo. Isso se deve principalmente ao acesso limitado a serviços de triagem e tratamento, especialmente para mulheres em países de baixa e média renda. Estudos mostraram que a tecnologia assistida por IA pode ser utilizada para segmentação do citoplasma e identificação de displasia epitelial cervical, sendo, portanto, uma importante ferramenta de rastreamento^{19,20,21}.

Estudo de Hu et al.,²² demonstra a viabilidade do uso da Automated Visual Evaluation (AVE) em imagens capturadas com smartphones comuns por enfermeiros de triagem foi confirmada, apoiando a transição para a avaliação clínica da sensibilidade, especificidade, viabilidade e aceitabilidade do AVE em diversas configurações. A estrutura da rede neural convolucional (ConvNet) se destaca no processamento de dados de alta dimensão, pois aprende empiricamente as funções complexas subjacentes aos dados, superando o desempenho dos algoritmos tradicionais de aprendizado de máquina²³.

Conforme resultados de Gao et al.,²⁴ o sistema de diagnóstico assistido por computador, baseado em inteligência artificial, pode auxiliar os médicos na identificação de nódulos pulmonares e é consistente com as avaliações e diagnósticos médicos. A utilidade da IA no diagnóstico de doenças é amplamente reconhecida, mas a concordância com médicos ainda precisa ser substancialmente demonstrada na triagem de nódulos pulmonares. Um estudo com software CAD para 100 pacientes mostrou uma concordância moderada ($\kappa = 0,44$) em comparação com radiologistas na localização de nódulos. A IA tem se concentrado na automação da detecção de nódulos pulmonares, e alguns estudos indicam que seu desempenho pode até superar o dos radiologistas^{25,26}.

Apesar dos importantes achados apresentados, este estudo de revisão integrativa possui limitações que devem ser reconhecidas. A revisão focou principalmente em estudos internacionais, havendo uma carência de dados específicos da realidade brasileira, o que limita a aplicabilidade dos resultados ao contexto nacional. Essas limitações indicam a necessidade de mais pesquisas padronizadas e contextualizadas para fortalecer as evidências sobre o impacto da inteligência artificial no diagnóstico precoce de câncer.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta revisão integrativa destacam a relevância crescente da IA no aprimoramento do diagnóstico precoce e na gestão do câncer. A integração de dados por meio do HC exemplifica como sistemas avançados podem consolidar informações de triagem e tratamento, proporcionando uma visão holística e facilitando um acompanhamento mais eficaz dos pacientes. A alta precisão alcançada pelo ENAD CAD-G na identificação de lesões gástricas e a melhoria significativa nas taxas de detecção de câncer de mama com mamografia assistida por IA ressaltam a capacidade da IA de superar métodos tradicionais, oferecendo um suporte valioso na triagem e diagnóstico.

A crescente aplicação da IA em diferentes contextos, como a triagem de câncer cervical e a automação da detecção de nódulos pulmonares, mostra seu potencial para transformar a prática clínica. A citologia assistida por IA, por exemplo, tem se mostrado eficaz na identificação de lesões intraepiteliais escamosas e pode desempenhar um papel crucial em regiões com acesso limitado a serviços de saúde. O uso de tecnologias como a Automated Visual Evaluation (AVE) com smartphones, sugere uma ampliação potencial da triagem em ambientes diversos, aumentando a acessibilidade e a eficiência.

Para pesquisas futuras, é essencial explorar a integração contínua da IA em ambientes clínicos reais, avaliando a eficácia das ferramentas em diferentes populações e condições. Estudos adicionais devem focar na otimização dos algoritmos para melhorar a precisão e a confiabilidade dos diagnósticos, bem como na análise dos impactos econômicos e operacionais da implementação dessas tecnologias. Além disso, investigar a aceitação e o impacto da IA na experiência do paciente e na prática clínica pode fornecer informações valiosas para a adoção bem-sucedida e a adaptação dessas tecnologias na triagem e diagnóstico do câncer.

REFERÊNCIAS

1. Robbins, patologia básica / Vinay Kumar... [et al.] ; [tradução de Claudia Coana... et al.]. - Rio de Janeiro : Elsevier, 2013. 9th ed. 928 p. : il.; 28 cm.
2. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Detecção precoce do câncer. – Rio de Janeiro: INCA, 2021. 72 p.
3. Uche-Anyan E, Anyane-Yeboah A, Berzin TM, Ghassemi M, May FP. Artificial intelligence in gastroenterology and hepatology: how to advance clinical practice while ensuring health equity. *Gut*. 2022;71(9):1909–15. doi: 10.1136/gutjnl-2021-326271.

4. Dowden JJ, Pretty RW, Shea JM, et al. Uma nova tecnologia para harmonizar e analisar dados de câncer. Observações da integração da conexão de saúde em Newfoundland e Labrador, Canadá. *Health Informatics Journal*. 2024;30(3). doi: 10.1177/14604582241267792.
5. Chang YH, Shin CM, Lee HD, Park J, Jeon J, Cho SJ, Kang SJ, Chung JY, Jun YK, Choi Y, Yoon H, Park YS, Kim N, Lee DH. Real-World Application of Artificial Intelligence for Detecting Pathologic Gastric Atypia and Neoplastic Lesions. *J Gastric Cancer*. 2024 Jul;24(3):327-340. doi: 10.5230/jgc.2024.24.e28.
6. Ha SM, Jang M, Youn I, Yoen H, Ji H, Lee SH, et al. Screening Outcomes of Mammography with AI in Dense Breasts: A Comparative Study with Supplemental Screening US. *Radiology*. 2024;312:1.
7. Souza MT., et al. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *einstein*. 2010;8(1Pt1):102-6.
8. Santos CM da C, Pimenta CA de M, Nobre MRC. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2007;15(3):508–11. doi: 10.1590/S0104-11692007000300023.
9. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan - a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210.
10. Ursi ES, Galvão CM. Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. *Rev Latino- -Am Enfermagem*. 2006;14(1):124-31.
11. Lockwood C, Porrit K, Munn Z, Rittenmeyer L, Salmond S, Bjerrum M, et al. Chapter 2: Systematic reviews of qualitative evidence. In: Aromataris E, Munn Z, editors. *JBIM Manual for Evidence Synthesis* [Internet]. Adelaide: Joanna Briggs Institute; 2020.
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009;6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097
13. Canadian Partnership Against Cancer. *Canadian cancer society pan-Canadian cancer strategy*. Toronto, ON, Canada: Canadian Partnership Against Cancer, 2023. Disponível em: https://s22457.pcdn.co/wp-content/uploads/2023/07/Pan-Canadian-Cancer-Data-Strategy_En_Final.pdf.
14. Kanayama T, Kurose Y, Tanaka K, Aida K, Satoh S, Kitsuregawa M, et al. Gastric cancer detection from endoscopic images using synthesis by GAN; Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention – MICCAI 2019: 22nd International Conference; 2019 October 13-17; Shenzhen, China. Shenzhen: Springer-Verlag; 2019. pp. 530–538.
15. Vachon CM, Scott CG, Norman AD, et al. Impact of Artificial Intelligence System and Volumetric Density on Risk Prediction of Interval, Screen-Detected, and Advanced Breast Cancer. *J Clin Oncol*. 2023.

16. Yang W, Jin X, Huang L, Jiang S, Xu J, Fu Y, Song Y, Wang X, Wang X, Yang Z, Meng Y. Clinical evaluation of an artificial intelligence-assisted cytological system among screening strategies for a cervical cancer high-risk population. *BMC Cancer*. 2024 Jun 27;24(1):776. doi: 10.1186/s12885-024-12532-y.
17. Tang HP, Cai D, Kong YQ, Ye H, Ma ZX, Lv HS, Tuo LR, Pan QJ, Liu ZH, Han X. Cervical cytology screening facilitated by an artificial intelligence microscope: a preliminary study. *Cancer Cytopathol*. 2021;129(9):693–700. doi: 10.1002/cncy.22425.
18. Sachdeva M, Datchoua AM, Yakam VF, Kenfack B, Jonnalagedda-Cattin M, Thiran JP, Petignat P, Schmidt NC. Acceptability of artificial intelligence for cervical cancer screening in Dschang, Cameroon: a qualitative study on patient perspectives. *Reprod Health*. 2024 Jun 28;21(1):92. doi: 10.1186/s12978-024-01828-8.
19. Hussain E, Mahanta LB, Das CR, Choudhury M, Chowdhury M. A shape context fully convolutional neural network for segmentation and classification of cervical nuclei in pap smear images. *Artif Intell Med*. 2020;107:101897. doi: 10.1016/j.artmed.2020.101897.
20. Kitchener HC, Blanks R, Dunn G, Gunn L, Desai M, Albrow R, Mather J, Rana DN, Cubie H, Moore C, et al. Automation-assisted versus manual reading of cervical cytology (MAVARIC): a randomised controlled trial. *Lancet Oncol*. 2011;12(1):56–64. doi: 10.1016/S1470-2045(10)70264-3.
21. Singh D, Vignat J, Lorenzoni V, Eslahi M, Ginsburg O, Lauby-Secretan B, Arbyn M, Basu P, Bray F, Vaccarella S. Global estimates of incidence and mortality of cervical cancer in 2020: a baseline analysis of the WHO Global Cervical Cancer Elimination Initiative. *Lancet Glob Health*. 2023;11(2):e197–206. doi: 10.1016/S2214-109X(22)00501-0.
22. Hu L, Mwanahamuntu MH, Sahasrabuddhe VV, Barrett C, Horning MP, Shah I, Laverriere Z, Banik D, Ji Y, Shibemba AL, Chisele S, Munalula MK, Kaunga F, Musonda F, Malyangu E, Hariharan KM, Parham GP. Internal validation of Automated Visual Evaluation (AVE) on smartphone images for cervical cancer screening in a prospective study in Zambia. *Cancer Med*. 2024 Jun;13(11):e7355. doi: 10.1002/cam4.7355.
23. Sompawong N, Mopan J, Pooprasert P, Himakhun W, Suwannarurk K, Ngamvirojcharoen J, Vachiramont T, Tantibundhit C. Automated pap smear cervical Cancer screening using deep learning. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc*. 2019;2019:7044–8.
24. Gao S, Xu Z, Kang W, Lv X, Chu N, Xu S, Hou D. Artificial intelligence-driven computer aided diagnosis system provides similar diagnosis value compared with doctors' evaluation in lung cancer screening. *BMC Med Imaging*. 2024 Jun 11;24(1):141. doi: 10.1186/s12880-024-01288-3.
25. Smith D, Melville P, Fozzard N, et al. Software de inteligência artificial na avaliação de nódulos pulmonares. *JR Coll Physicians Edinb*. 2022;52(3):228–31.
26. Margerie-Mellon C, Chassagnon G. Inteligência artificial: Uma revisão crítica de aplicações para nódulo pulmonar e câncer de pulmão. *Diagn Interv Imaging*. 2023;104(1