Revista Científica Brasileira de Saúde e Medicina (RBMED)
(Brazilian Scientific Journal of Health and Medicine) ISSN-e 3086-2477
V.1. N. 1 | 2026

Inteligência Artificial No Diagnóstico Por Imagem: Uma Meta-Análise Sobre Impactos No Diagnóstico Precoce

Artificial Intelligence In Medical Imaging: A Meta-Analysis On Impacts In Early Diagnosis

Eduarda Parzianello Lubi — Universidade de Passo Fundo

Nicole Parzianello Lubi — AFYA PATO BRANCO

Resumo

A inteligência artificial (IA) tem transformado profundamente a radiologia e o diagnóstico por imagem, oferecendo ferramentas computacionais capazes de identificar padrões com alta acurácia. Esta meta-análise sintetiza os achados de três estudos científicos indexados no SciELO, abrangendo o uso de algoritmos de aprendizado de máquina e aprendizado profundo no diagnóstico de doenças oculares, nódulos pulmonares, câncer de mama e lesões variadas em exames de imagem. Os estudos analisados demonstram que sistemas baseados em redes neurais convolucionais (CNNs) podem atingir acurácias diagnósticas iguais ou superiores às dos especialistas humanos em tarefas específicas de reconhecimento de padrões visuais. O estudo de Abed e Al-Bakry (2024) demonstrou acurácia de 99,9% na classificação de oito doenças oculares por meio de fundoscopia. Os trabalhos de Santos et al. (2019) e Koenigkam-Santos et al. (2019) consolidam os fundamentos teóricos da IA aplicada à radiologia, abordando desde diagnóstico assistido por computador até radiômica e medicina de precisão. A análise integrada desses achados aponta para benefícios consistentes no aumento da sensibilidade diagnóstica, na redução de falso-negativos e na otimização do fluxo de trabalho clínico, especialmente em rastreamento oncológico. Conclui-se que a IA representa um recurso complementar essencial ao trabalho do radiologista, com potencial para ampliar o acesso ao diagnóstico precoce, embora ainda sejam necessários mais estudos multicêntricos com dados prospectivos para validação em cenários clínicos diversos.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Diagnóstico por imagem. Aprendizado profundo. Diagnóstico precoce. Radiologia.

Abstract

Artificial intelligence (AI) has profoundly transformed radiology and diagnostic imaging, offering computational tools capable of identifying patterns with high accuracy. This meta-analysis synthesizes the findings of three scientific studies indexed in SciELO, covering the use of machine learning and deep learning algorithms in the diagnosis of eye diseases, pulmonary nodules, breast cancer, and various lesions in imaging exams. The analyzed studies demonstrate that systems based on convolutional neural networks (CNNs) can achieve diagnostic accuracies equal to or greater than those of human experts in specific visual pattern recognition tasks. The study by Abed and Al-Bakry (2024) demonstrated 99.9% accuracy in classifying eight eye diseases through fundoscopy. The works of Santos et al. (2019) and Koenigkam-Santos et al. (2019) consolidate the theoretical foundations of AI applied to radiology, addressing everything from computer-assisted diagnosis to radiomics and precision medicine. The integrated analysis of these findings points to consistent benefits in increasing diagnostic sensitivity, reducing false

negatives, and optimizing clinical workflow, especially in cancer screening. It is concluded that AI represents an essential complementary resource to the work of the radiologist, with the potential to expand access to early diagnosis, although further multicenter studies with prospective data are still needed for validation in diverse clinical scenarios.
Keywords: Artificial intelligence. Diagnostic imaging. Deep learning. Early diagnosis. Radiology.

1. INTRODUÇÃO

A inteligência artificial (IA) é um ramo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de sistemas capazes de simular capacidades cognitivas humanas, incluindo percepção, aprendizado, raciocínio e tomada de decisão. No campo da medicina, a IA tem emergido como uma das inovações tecnológicas de maior impacto, especialmente no contexto do diagnóstico por imagem, onde algoritmos computacionais assumem papel crescente na detecção precoce de doenças. A radiologia, por sua natureza altamente dependente da interpretação visual, torna-se um domínio particularmente fértil para a aplicação dessas tecnologias.

Nos últimos anos, o advento do aprendizado de máquina (machine learning) e, especialmente, do aprendizado profundo (deep learning) baseado em redes neurais convolucionais (CNNs), permitiu que sistemas computadorizados processassem volumes massivos de imagens médicas com precisão diagnóstica comparável ou superior à de especialistas humanos em determinadas tarefas. Essas conquistas tecnológicas têm sido documentadas em diversas publicações científicas indexadas em bases de dados internacionais, demonstrando aplicações que vão desde a detecção de nódulos pulmonares e lesões mamárias até o diagnóstico de doenças oculares por meio de imagens de fundo de olho.

Diante desse cenário, a presente meta-análise tem por objetivo sintetizar e analisar criticamente os achados de três estudos científicos indexados no SciELO, que abordam, sob diferentes perspectivas, o impacto da IA no diagnóstico médico por imagem, com foco no diagnóstico precoce. São eles: o artigo de Abed e Al-Bakry (2024), publicado no Journal of Applied Research and Technology, que propõe um sistema baseado em CNNs para classificação de oito doenças oculares a partir de imagens de fundoscopia; o trabalho de Santos et al. (2019), publicado na Radiologia Brasileira, que realiza uma revisão conceitual abrangente sobre IA, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica na perspectiva da medicina de precisão; e o artigo editorial de

Koenigkam-Santos et al. (2019), também na Radiologia Brasileira, que discute o potencial transformador da IA na prática radiológica cotidiana.

A justificativa para esta meta-análise reside no fato de que, embora os avanços individuais em IA aplicada à medicina sejam amplamente documentados, há necessidade de análises integradas que permitam avaliar consistências, divergências e lacunas do conhecimento entre diferentes abordagens e contextos clínicos. Compreender o estado atual dessa tecnologia é fundamental para orientar sua implementação responsável e informar profissionais de saúde, gestores e pesquisadores sobre os limites e potencialidades dessas ferramentas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Inteligência Artificial e Aprendizado Profundo em Imagens Médicas

A aplicação da IA à medicina diagnóstica tem raízes na década de 1960, quando os primeiros sistemas de apoio à decisão clínica foram propostos. No entanto, foi a partir da segunda metade da década de 2010, com o desenvolvimento de infraestruturas computacionais de alto desempenho e a disponibilização de grandes bases de dados de imagens médicas anotadas, que o campo experimentou crescimento exponencial. As CNNs, arquiteturas de aprendizado profundo especialmente projetadas para o processamento de dados visuais, mostraram-se particularmente eficazes na extração automática de características relevantes em imagens médicas sem necessidade de engenharia manual de atributos (Santos et al., 2019).

O aprendizado profundo difere fundamentalmente dos sistemas tradicionais de diagnóstico auxiliado por computador (CAD), que dependiam de regras estabelecidas manualmente por especialistas. Nas redes neurais profundas, o próprio sistema aprende representações hierárquicas dos dados durante o processo de treinamento, tornando-se capaz de identificar padrões visuais sutis que escapariam à percepção humana. Esse paradigma trouxe ganhos significativos de acurácia em tarefas como detecção de tumores, classificação de lesões e segmentação de estruturas anatômicas.

2.2 Aplicações Clínicas e Impacto no Diagnóstico Precoce

As aplicações clínicas da IA em diagnóstico por imagem abrangem praticamente todas as especialidades da radiologia. Na oncologia, algoritmos de IA têm sido empregados na detecção precoce de câncer de mama em mamografias, identificação de nódulos

pulmonares em tomografias computadorizadas e caracterização de lesões hepáticas em ressonância magnética. Na oftalmologia, sistemas baseados em deep learning têm demonstrado desempenho notável no diagnóstico de retinopatia diabética, glaucoma e degeneração macular relacionada à idade a partir de imagens de fundoscopia (Abed e Al-Bakry, 2024).

Segundo Koenigkam-Santos et al. (2019), as possibilidades de aplicação da IA na radiologia incluem o uso de algoritmos para fluxo de pacientes, definição de protocolos de imagem, geração de imagens sintéticas, controle de qualidade, controle de dose de radiação, diagnóstico assistido por computador, detecção automática de lesões, interpretação automática de achados e radiômica. Essa diversidade de aplicações evidencia o potencial transformador da tecnologia, que vai muito além da simples substituição do radiologista por sistemas automatizados.

O conceito de radiômica, que consiste na extração de grande volume de características quantitativas de imagens médicas por meio de algoritmos computacionais, amplia a capacidade diagnóstica para além do que os olhos humanos conseguem perceber. Quando associada à radiogenômica, que correlaciona esses dados de imagem com informações genéticas, abre-se uma nova fronteira para a medicina de precisão, em que cada paciente pode receber diagnósticos e tratamentos individualizados com base em biomarcadores específicos identificados nas imagens (Santos et al., 2019).

2.3 Limitações, Desafios Éticos e Perspectivas

A despeito dos avanços documentados, a implementação da IA no diagnóstico por imagem enfrenta desafios consideráveis. Entre eles, destacam-se a necessidade de grandes volumes de dados rotulados por especialistas para o treinamento dos modelos, a dificuldade de generalização de algoritmos treinados em uma população para contextos clínicos distintos, as questões de privacidade e segurança dos dados dos pacientes, e os aspectos médico-legais relacionados à responsabilidade sobre laudos gerados ou auxiliados por sistemas de IA. Questões de transparência e interpretabilidade dos algoritmos — o chamado problema da "caixa-preta" — também representam barreiras à adoção clínica ampla.

Do ponto de vista ético, é fundamental reconhecer que os sistemas de IA para diagnóstico por imagem não se destinam a substituir o médico radiologista, mas sim a ampliar suas

capacidades e a otimizar o fluxo de trabalho clínico. A correlação clinicorradiológica, que integra dados de história patológica, fatores de risco individuais, exame físico e contexto clínico, permanece como responsabilidade exclusiva do profissional médico. Conforme estabelecido pela literatura, as ferramentas de IA não podem assinar laudos nem assumir responsabilidade diagnóstica, cabendo ao médico a decisão final.

3. MATERIAL E MÉTODO

Esta meta-análise seguiu uma abordagem sistemática para identificação, seleção e análise crítica dos estudos incluídos. A busca bibliográfica foi realizada na base de dados SciELO (Scientific Electronic Library Online), com foco em publicações nas áreas de radiologia, diagnóstico por imagem e inteligência artificial. Foram selecionados três estudos que, em conjunto, oferecem uma perspectiva abrangente sobre o tema, combinando aspectos teórico-conceituais, revisões de literatura e estudos experimentais com dados empíricos. Os critérios de inclusão adotados foram: (1) publicação em periódico indexado no SciELO; (2) abordagem do tema inteligência artificial aplicada ao diagnóstico por imagem; (3) relevância para o objetivo de avaliar o impacto dessas tecnologias no diagnóstico precoce; e (4) disponibilidade do texto completo em formato eletrônico. Não foram aplicados filtros de restrição por idioma ou período específico, embora todos os estudos selecionados sejam de publicação recente, entre 2019 e 2024.

Os três artigos selecionados foram: (i) Abed, Z. N. e Al-Bakry, A. M. (2024). "Diagnose eyes diseases using deep learning algorithms". Journal of Applied Research and Technology, v. 22, n. 6, pp. 834–845 — estudo experimental que propõe e avalia um sistema CNN para classificação de doenças oculares em oito categorias a partir do dataset ODIR com 5.000 imagens de fundoscopia; (ii) Santos, M. K. et al. (2019). "Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão". Radiologia Brasileira — revisão abrangente dos principais conceitos e ferramentas de IA aplicados à radiologia; e (iii) Koenigkam-Santos, M. et al. (2019). "Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada". Radiologia Brasileira — artigo editorial que contextualiza o impacto da IA na radiologia e discute perspectivas para a prática clínica.

A análise dos dados foi realizada por meio de leitura integral dos textos, extração das principais contribuições, identificação de convergências e divergências entre os estudos,

e síntese narrativa dos achados. Foram avaliados aspectos como metodologia empregada, populações estudadas, métricas de desempenho reportadas, aplicações clínicas abordadas e limitações reconhecidas pelos próprios autores. A qualidade metodológica dos estudos foi apreciada com base em critérios de clareza na descrição dos métodos, adequação das análises estatísticas e consistência das conclusões com os dados apresentados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada dos três estudos selecionados permite identificar convergências importantes sobre o papel da inteligência artificial no diagnóstico por imagem, bem como aspectos complementares que, em conjunto, oferecem uma visão abrangente do estado da arte nessa área. Os resultados são apresentados de forma organizada, seguida de discussão crítica dos achados.

O estudo de Abed e Al-Bakry (2024) representa a contribuição mais quantitativa desta meta-análise, apresentando dados empíricos de desempenho de um sistema de classificação de doenças oculares baseado em CNNs. Utilizando o dataset ODIR, composto por 5.000 imagens de fundoscopia representando oito classes de doenças — incluindo glaucoma, retinopatia diabética, catarata, degeneração macular e miopia patológica —, o modelo proposto pelos autores alcançou acurácia, precisão, recall e F1 score de 99,9%. Esse resultado supera a maioria dos modelos reportados na literatura para o mesmo conjunto de dados, superando abordagens anteriores como a de Khan et al. (2022), que obteve 94,03% para classificação binária glaucoma versus catarata com arquitetura VGG19, e a de Shamsan et al. (2023), que atingiu 98,5% com arquitetura híbrida DenseNet-121 e MobileNet.

O processo metodológico adotado por Abed e Al-Bakry (2024) incluiu cinco etapas sequenciais: coleta de dados, divisão do conjunto de treinamento (70%) e teste (30%), pré-processamento das imagens (conversão para escala de cinza, equalização de histograma, desfoque e redimensionamento), extração de características com algoritmos SIFT e GLCM para reduzir informações redundantes, e aplicação do classificador CNN propriamente dito. Esse pipeline detalhado evidencia o cuidado metodológico necessário para o desenvolvimento de sistemas de IA confiáveis em contextos médicos. A acurácia excepcional reportada, embora expressiva, deve ser interpretada com cautela, uma vez

que os autores reconhecem limitações relacionadas ao tamanho reduzido de amostras para algumas doenças raras no dataset, o que pode comprometer a generalização do modelo para populações clínicas mais diversas.

Por sua vez, o trabalho de Santos et al. (2019) oferece uma contribuição teórica e conceitual indispensável para a compreensão dos mecanismos pelos quais a IA opera no diagnóstico por imagem. Os autores descrevem detalhadamente os princípios de análise de imagens médicas digitais, desde representações matriciais em escala de cinza e segmentação de estruturas anatômicas até extração de características por histogramas, matrizes de co-ocorrência de níveis de cinza e outras métricas quantitativas que constituem a base da radiômica. Essa fundamentação teórica é essencial para que profissionais de saúde compreendam não apenas o que os sistemas de IA fazem, mas como o fazem, permitindo uma avaliação crítica mais informada dos resultados gerados por essas ferramentas.

Santos et al. (2019) destacam que o aumento exponencial no número de exames de imagem realizados, aliado à maior acurácia e complexidade dos métodos diagnósticos disponíveis, tem criado um desafio crescente para o radiologista: processar um volume sem precedentes de informações em tempo limitado. Os sistemas de IA surgem, nesse contexto, não como substitutos do especialista, mas como instrumentos que ampliam sua capacidade de processamento, identificam padrões sutis imperceptíveis ao olho humano e fornecem quantificações objetivas de parâmetros de imagem relevantes para o prognóstico e a resposta terapêutica. A radiômica, ao extrair centenas ou milhares de características de uma única imagem, permite identificar biomarcadores prognósticos que tornam cada paciente único e cada diagnóstico mais preciso.

O artigo de Koenigkam-Santos et al. (2019) complementa essa perspectiva com uma análise do impacto da IA na prática radiológica cotidiana e nas transformações que se avizinham na especialidade. Os autores enumeraram diversas aplicações práticas já em desenvolvimento ou implementação: algoritmos para otimização do fluxo de pacientes, definição automatizada de protocolos de exame, geração de imagens sintéticas para treinamento e teste de modelos, controle automático de qualidade e dose de radiação, diagnóstico assistido por computador em tempo real, detecção e classificação automática de lesões, e geração assistida de laudos radiológicos. Essa pluralidade de aplicações

demonstra que a IA na radiologia vai muito além da simples classificação de imagens, permeando todos os estágios do fluxo de trabalho clínico.

No que se refere ao diagnóstico precoce, que constitui o foco central desta meta-análise, os três estudos convergem para uma conclusão comum: a IA tem o potencial de elevar substancialmente a sensibilidade diagnóstica em programas de rastreamento, especialmente nas áreas de oncologia e oftalmologia. A detecção precoce é determinante para o prognóstico de doenças como o câncer de mama, o câncer de pulmão e a retinopatia diabética, nas quais o tratamento instituído em estágios iniciais está associado a taxas de sobrevivência e preservação funcional significativamente superiores. Conforme Koenigkam-Santos et al. (2019) argumentam, a possibilidade de aumentar o número de pacientes rastreados com IA pode representar avanços concretos no diagnóstico precoce para muitas populações historicamente sub-rastreadas por limitações de acesso a especialistas.

Uma análise crítica dos três estudos evidencia também diferenças metodológicas importantes. Enquanto Abed e Al-Bakry (2024) apresentam dados experimentais com métricas objetivas de desempenho, os artigos de Santos et al. (2019) e Koenigkam-Santos et al. (2019) adotam abordagens de revisão narrativa e editorial, respectivamente, sem apresentar dados primários. Essa heterogeneidade metodológica é uma limitação inerente à presente meta-análise e reflete a diversidade dos tipos de evidências disponíveis na literatura sobre o tema. Para futuras meta-análises, seria desejável a inclusão de maior número de estudos experimentais com dados comparativos de desempenho entre sistemas de IA e especialistas humanos, preferencialmente provenientes de ensaios clínicos controlados e estudos multicêntricos com validação externa.

Outro ponto de convergência relevante entre os estudos é o reconhecimento de que a integração da IA à prática radiológica exige adaptação contínua dos profissionais. Santos et al. (2019) argumentam que o radiologista do futuro precisará desenvolver competências em análise de dados e interpretação de resultados produzidos por algoritmos, além das habilidades diagnósticas tradicionais. Koenigkam-Santos et al. (2019) reforçam essa perspectiva ao destacar que as sociedades de radiologia internacionais, como a Radiological Society of North America (RSNA), já incorporaram a

IA como tema central em seus congressos e criaram periódicos específicos dedicados ao tema, sinalizando a inevitabilidade dessa transformação na especialidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente meta-análise demonstrou, por meio da síntese crítica de três estudos científicos indexados no SciELO, que a inteligência artificial representa um avanço tecnológico de impacto consistente e crescente no diagnóstico médico por imagem, com especial relevância para o diagnóstico precoce de doenças de alta morbimortalidade.

Os achados do estudo experimental de Abed e Al-Bakry (2024) evidenciaram que sistemas baseados em CNNs podem alcançar acurácias diagnósticas próximas a 100% na classificação de doenças oculares a partir de imagens de fundoscopia, superando abordagens anteriores e demonstrando o potencial da IA no rastreamento oftalmológico em larga escala. Esse resultado, embora deva ser interpretado com cautela em função das limitações do dataset utilizado, representa uma prova de conceito valiosa para o desenvolvimento de sistemas de triagem automatizados que poderiam reduzir drasticamente o impacto de doenças oculares evitáveis como a retinopatia diabética e o glaucoma.

As revisões de Santos et al. (2019) e Koenigkam-Santos et al. (2019) consolidaram o embasamento conceitual necessário para compreender as dimensões técnica, clínica e organizacional da IA aplicada à radiologia. Ficou evidente que essa tecnologia não opera de forma isolada, mas integra-se a um ecossistema mais amplo de transformação da medicina diagnóstica, que inclui o crescimento exponencial do volume de exames, a necessidade de subespecialização, a busca por marcadores prognósticos quantitativos e a aspiração a uma medicina verdadeiramente personalizada e de precisão.

Conclui-se que a IA é uma aliada indispensável ao radiologista contemporâneo, capaz de ampliar sua capacidade diagnóstica, reduzir erros por fadiga e volume excessivo de exames, identificar padrões precoces de doença e contribuir para a personalização do cuidado. Entretanto, sua implementação deve ser conduzida com rigor científico, transparência metodológica, salvaguardas éticas robustas e formação continuada dos profissionais. São ainda necessários estudos multicêntricos, prospectivos e com validação externa para garantir que os ganhos de desempenho observados em condições

experimentais se traduzam em benefícios reais e equitativos para os pacientes na prática clínica cotidiana.

REFERÊNCIAS

ABED, Z. N.; AL-BAKRY, A. M. **Diagnose eyes diseases using deep learning algorithms**. *Journal of Applied Research and Technology*, Cidade do México, v. 22, n. 6, p. 834–845, 2024. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-64232024000600834. Acesso em: 30 mar. 2026. DOI: https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2024.22.6.2365.

KOENIGKAM-SANTOS, M. et al. **Inteligência artificial, radiologia, medicina de precisão e medicina personalizada**. *Radiologia Brasileira*, São Paulo, v. 52, n. 6, p. v–vi, nov./dez. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rb/a/CdBG8KRdKfBf9HThBF5yKjR/?lang=pt. Acesso em: 30 mar. 2026
.
SANTOS, M. K. et al. **Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão**. *Radiologia Brasileira*, São Paulo, v. 52, n. 6, p. 387–396, nov./dez. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rb/a/9yX6w83KDDT33m6G9ddCqBn/?lang=pt. Acesso em: 30 mar. 2026.