USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS RADIOLÓGICAS: PERSPECTIVA E DESAFIOS ENFRENTADOS POR PROFISSIONAIS NA ÁREA DA SAÚDE - uma revisão narrativa

"USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE INTERPRETATION OF RADIOLOGICAL IMAGES: PERSPECTIVES AND CHALLENGES FACED BY HEALTHCARE PROFESSIONALS – A Narrative Review"

1.Marco Antonio Rosa Antunes
1.Gabriel Zampier Vieira De Souza
2. Orientador: Ma. Patrícia Lius Melo Alves
Afiliação: 1. Acadêmicas do curso de Biomedicina da Universidade de Sorocaba
2. Professora assistente da Universidade de Sorocaba

Resumo: A inteligência artificial na interpretação de imagens radiológicas é muito importante no avanço da saúde, melhorando a rapidez e a qualidade do diagnóstico. Constantemente, diversos algoritmos e modelos de IA são criados com o propósito de ajudar a revolucionar o mercado, em biomedicina por exemplo. O objetivo foi entender e fortalecer o uso da inteligência artificial na área de imagem, destacando suas vantagens, desafios e resultados obtidos. Foram utilizados artigos da base de dados PubMed, com a escolha de palavras-chave relacionadas à inteligência artificial e radiologia. A pesquisa foi organizada em diversos tópicos das principais áreas da radiologia, analisando vantagens, desvantagens, desafios enfrentados e resultados obtidos. A IA tem se mostrado útil para detectar lesões, aumentar o ritmo de trabalhos rotineiros, facilitar a triagem para o médico radiologista e otimizar o diagnóstico. Alguns modelos aplicados já mostraram resultados positivos, especialmente na neurorradiologia, onde a inteligência artificial e o neurorradiologista apresentaram concordância acima de 90% em um estudo retrospectivo de tomografia sem contraste. Conclui-se que a inteligência artificial vem contribuindo para diagnósticos mais rápidos e precisos, representando uma ferramenta promissora para o futuro da radiologia.
Palavras-chave: Inteligência Artificial; Radiologia; Aprendizado profundo; Aprendizado de máquina; Diagnóstico por imagem;

Abstract: Artificial intelligence in radiological image interpretation is crucial for advancing healthcare, improving the speed and quality of diagnosis. Various AI algorithms and models are constantly being created to help revolutionize the market, such as in biomedicine. The objective was to understand and strengthen the use of artificial intelligence in imaging, highlighting its advantages, challenges, and results obtained. Articles from the PubMed database were used, with keywords related to artificial intelligence and radiology selected. The research was organized into several topics across the main areas of radiology, analyzing advantages, disadvantages, challenges faced, and results obtained. AI has proven useful for detecting lesions, increasing the pace of routine work, facilitating triage for radiologists, and optimizing diagnosis. Some applied models have already shown positive results, especially in neuroradiology, where artificial intelligence and neuroradiologists showed agreement above 90% in a retrospective study of non-contrast CT scans. It is concluded that artificial intelligence has contributed to faster and more accurate diagnoses, representing a promising tool for the future of radiology.
Keywords: Artificial Intelligence; Radiology; Deep Learning; Machine Learning; Diagnostic Imaging;

1. INTRODUÇÃO

Nos último anos a IA vem se desenvolvendo rapidamente em termos de algoritmos de software em várias aplicações de área, incluindo a biomedicina, como por exemplo em diagnósticos de doenças, pesquisas biomédicas e processamento de informações biomédicas.[1]

A utilização de termos como Inteligência Artificial, aprendizado de máquina e aprendizado profundo são muito frequentes atualmente, possuindo relações com algoritmos de computador, constantemente sendo alterados à medida de sua exposição de novos dados.[2] O aprendizado de máquina funciona por meio da construção de programas que melhoram seu desempenho a partir de grandes quantidades de dados históricos, permitindo que o algoritmo compare informações e formule hipóteses com base nesses dados.[3] Já o aprendizado profundo é um sistema que utiliza múltiplas camadas de processamento para compreender conceitos presentes nos dados. Ou seja, ele

cria níveis de abstração, nos quais cada novo nível utiliza os conceitos aprendidos no nível anterior, permitindo que o sistema aprenda conceitos complexos a partir de conceitos mais simples.[4]

Alguns desses algoritmos são muito bons e utilizados na identificação e modulação de uma imagem por exemplo, trazendo inúmeras formas de utilizar uma IA para ajudar na área de saúde, principalmente na área de diagnóstico por imagem, focando no ramo de radiologia, onde há grandes chances de ser um grande avanço para a IA se tornar um centro muito importante de informações diagnósticas quantitativas e agregadas de forma inteligente.[2]

A IA vem transformando a radiologia, mudando profundamente a forma como as imagens médicas são analisadas e utilizadas no dia a dia clínico. Essa tecnologia tem capacidade de automatizar diversas tarefas, desde agendamentos e pedidos até interpretação de imagens. Com isso, processos onde não há necessidade de um julgamento clínico são otimizados liberando os radiologistas para focar em casos complexos e decisões clínicas críticas.[5]

A inteligência artificial na área da radiologia, possui aplicações essenciais, incluindo o uso do CAD (Computer-Aided Detection/Diagnosis), um sistema de diagnóstico auxiliado por computador, melhorando a detecção de irregularidade em exames de imagem, como por exemplo, os tumores. A tomografia computadorizada, ressonância magnética e tomografia por emissão de pósitrons (PET), são modalidades de imagem onde as ferramentas de IA mostram alta precisão na análise, proporcionando insights, ou percepções diagnósticas abrangentes, facilitando o fluxo de trabalho do radiologista e o planejamento personalizado do tratamento.[6]

Muitos problemas são enfrentados na integração da inteligência artificial nos fluxos de trabalho de radiologia, e a garantia do funcionamento do algoritmo, proteção dos dados do paciente e erros sistemáticos, seja decisões, interpretações ou resultados estão inclusos nesses desafios. O desenvolvimento de uma IA que terá como foco e objetivo ajudar na área de saúde, no ramo de imagem, deve ser desenvolvida com muita cautela e atenção, a colaboração para o sucesso dessa ferramenta é de desenvolvedores de IA, radiologistas e formuladores de política, em parceria com diretrizes ética sólidas e supervisão regulatória, com o fim de garantir que a inteligência artificial seja segura e eficaz na prática clínica, utilizada como um suporte para indicar e sugerir diagnósticos,

mas ainda sim mantendo o radiologista como responsável final pelo diagnóstico e relatório.[6] O presente estudo tem como objetivo compreender, por meio de uma revisão narrativa da literatura, a aplicação da inteligência artificial (IA) na prática clínica, com ênfase na radiologia e em suas subespecialidades. Busca-se apresentar a relevância dessa tecnologia, bem como os desafios relacionados à sua implementação, destacando aplicações essenciais, como o uso do Computer-Aided Detection (CAD), considerado um recurso de grande importância na utilização da IA em saúde.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 SELEÇÃO DE ARTIGOS

Este estudo foi desenvolvido a partir de uma revisão narrativa da literatura. A busca por artigos científicos foi realizada de forma não sistemática na base de dados PubMed, considerando publicações entre os anos de 2016 e 2025, período em que houve maior expansão das pesquisas envolvendo inteligência artificial aplicada à radiologia. Para a busca, utilizaram-se os descritores: “Revolutionizing Radiology With Artificial Intelligence”, “Artificial Intelligence” e “Radiology”. Foram excluídos os artigos que não apresentavam informações relevantes ao tema, sendo incluídos apenas aqueles que abordavam diretamente a aplicação da inteligência artificial na área da radiologia.

2.2 APLICAÇÕES NEURORRADIOLOGIA

A inteligência artificial tem se consolidado como uma das tecnologias mais transformadoras na neurorradiologia moderna, permitindo avanços significativos na detecção precoce de achados críticos e na otimização da tomada de decisões clínicas. Modelos baseados em aprendizado profundo (deep learning) têm sido amplamente aplicados na análise de tomografias computadorizadas e ressonâncias magnéticas, oferecendo suporte diagnóstico em condições neurológicas complexas, como hemorragias intracranianas, tumores cerebrais e doenças neurodegenerativas.[6-8]

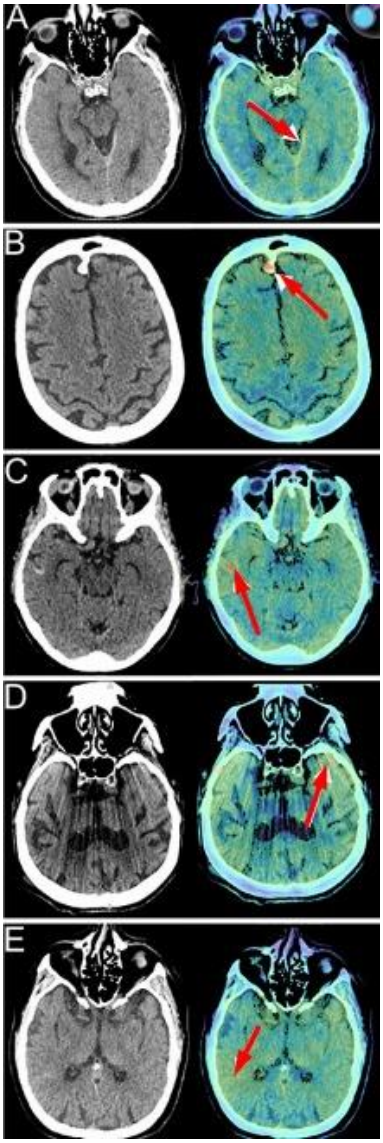
No contexto da hemorragia intracraniana (HIC), a IA tem se mostrado uma ferramenta de grande impacto. Estudos multicêntricos demonstraram que modelos de aprendizado profundo podem alcançar desempenho semelhante, ou

até superior, ao de especialistas humanos. Em um estudo recente, algoritmos baseados em *deep learning* obtiveram sensibilidade de 92% e especificidade de 94% na detecção automática de HIC em tomografia computadorizada sem contraste.[6] Esses resultados evidenciam o potencial da IA como sistema de triagem automatizado, capaz de alertar radiologistas em tempo real sobre achados críticos, reduzindo atrasos diagnósticos e otimizando o fluxo de trabalho em ambientes de emergência.

É necessário reforçar que a integração de sistemas de IA na rotina clínica aumenta a acurácia e a velocidade de interpretação das imagens, sobretudo em contextos de alta demanda assistencial. Em seus estudos, o uso da IA elevou a sensibilidade diagnóstica para 98,7% na detecção de hemorragias, demonstrando a eficácia do suporte automatizado em unidades de pronto atendimento.[7,8] Ferramentas como o Aidoc, um sistema de triagem baseado em IA, exemplificam esse avanço: o modelo é capaz de priorizar exames com achados suspeitos, marcando automaticamente áreas de possível hemorragia e encaminhando-os para avaliação urgente do especialista.[9,10]

Um estudo retrospectivo que incluiu 3.605 tomografias computadorizadas de crânio emergenciais sem contraste demonstrou a precisão diagnóstica do Aidoc. Desses exames, 349 (9,7%) apresentaram hemorragias intracranianas confirmadas. O sistema de IA e o neurorradiologista apresentaram concordância diagnóstica em 96,9% dos casos, com desempenho robusto, embora ainda sujeito a alguns falsos positivos e negativos. O estudo concluiu que a IA pode atuar como um mecanismo de triagem eficiente, aumentando a segurança do paciente e melhorando o tempo de resposta diagnóstica.[10]

Figura 1. Exemplos de classificações do modelo de IA em tomografias sem contraste: (A) verdadeiro positivo; (B–D) falsos positivos decorrentes de estruturas anatômicas, necrose laminar e artefatos de movimento; (E) alerta sem patologia evidente.



Fonte: Adaptado de Voter AF *et. Al* [10]

Na imagem possível observamos é alguns exemplos desse estudo, no lado esquerdo são tomografias computadorizadas de crânio sem contraste, e no lado direito a imagem processada pelo Aidoc, marcando supostamente algo incomum na tomografia.[6]

Conforme apresentado na Figura 1, o painel A ilustra um caso de verdadeiro positivo, no qual o modelo de inteligência artificial identificou corretamente uma hemorragia intracraniana, em concordância com a

interpretação do radiologista. No painel B, observa-se um falso positivo, em que o sistema Aidoc sinalizou erroneamente um meningioma (tumor benigno) como hemorragia, embora se tratasse de uma estrutura anatômica normal. No painel C, também representando um falso positivo, o modelo classificou incorretamente uma necrose laminar cortical como sangramento. Já no painel D, a IA interpretou artefatos de movimento — linhas ou sombras decorrentes da movimentação do paciente — como uma possível hemorragia intracraniana, evidenciando a suscetibilidade do algoritmo a ruídos de imagem. Por fim, o painel E demonstra um caso em que não havia patologia evidente; o modelo emitiu um alerta sem justificativa clínica aparente, o que reforça as limitações e incertezas inerentes ao sistema automatizado.[6]

Além das hemorragias, a IA tem se destacado na detecção e caracterização de tumores cerebrais, principalmente os gliomas, que representam a maior parte dos tumores primários do sistema nervoso central. Modelos de aprendizado profundo aplicados à RM têm alcançado AUC superiores a 0,93 na diferenciação entre gliomas de baixo e alto grau, mostrando resultados promissores na complementação do diagnóstico tradicional.[9,11] Essa capacidade diagnóstica é essencial, uma vez que a distinção precoce entre os tipos de glioma influencia diretamente a escolha terapêutica e o prognóstico do paciente.

Estudos destacam que a IA não se limita à classificação tumoral, mas também contribui para a predição de mutações genéticas, o planejamento cirúrgico e a análise radiogenômica. A integração de técnicas avançadas, como ressonância magnética funcional, imagem por tensor de difusão e PET/CT, com algoritmos de IA tem permitido delinear tumores de forma mais precisa, reduzindo riscos cirúrgicos e preservando estruturas neurológicas críticas.[12,13]

A aplicação da IA também tem se expandido para a avaliação de doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson, utilizando redes neurais convolucionais capazes de detectar alterações sutis no volume e metabolismo cerebral antes mesmo do aparecimento clínico dos sintomas.[14] Tais abordagens têm o potencial de revolucionar o diagnóstico precoce e o monitoramento longitudinal dessas condições, integrando dados de imagem, genômica e biomarcadores clínicos.

Apesar dos notáveis avanços, desafios persistem. A padronização dos protocolos de imagem, a curadoria de grandes volumes de dados e a explicabilidade dos algoritmos ainda representam barreiras à adoção plena da IA em ambientes clínicos. No entanto, a literatura enfatiza que a IA deve atuar como ferramenta de apoio e não de substituição ao neurorradiologista, promovendo uma prática mais precisa, ágil e centrada no paciente.[15]

2.3 APLICAÇÕES NA RADIOLOGIA CARDIOVASCULAR

A radiologia cardiovascular desempenha um papel essencial na medicina moderna, permitindo visualizar o coração e os grandes vasos com riqueza de detalhes. Essa capacidade é fundamental para diagnósticos mais rápidos, precisos e intervenções clínicas seguras. Com o avanço tecnológico e o crescimento do poder computacional, a inteligência artificial vem transformando profundamente essa área. Ela não apenas aumenta a precisão dos exames, mas também reduz erros e auxilia os profissionais na tomada de decisões mais seguras. Um exemplo é o uso de algoritmos de aprendizado profundo aplicados à angiografia coronariana por tomografia computadorizada, que têm mostrado resultados promissores na detecção de estenoses coronarianas significativas, com altas taxas de sensibilidade e especificidade. Esses avanços demonstram que a IA pode atuar como um suporte confiável ao diagnóstico, otimizando o fluxo de trabalho e oferecendo aos médicos uma visão mais detalhada e assertiva das artérias coronárias.[16]

Na ressonância magnética cardíaca, a inteligência artificial também tem desempenhado um papel cada vez mais relevante. Ela é capaz de automatizar tarefas que antes demandavam tempo e expertise, como a segmentação de cavidades ventriculares, a identificação de regiões do miocárdio e a detecção de áreas de fibrose ou cicatriz por realce tardio. Estudos multicêntricos têm mostrado que os algoritmos mantêm um desempenho consistente mesmo quando aplicados a exames de diferentes fabricantes e equipamentos, o que reforça seu potencial de uso clínico em larga escala.[17,18] Além disso, o uso da IA reduz significativamente o tempo de processamento das imagens, permitindo que o especialista se concentre na interpretação clínica, enquanto a tecnologia realiza as etapas mais técnicas e repetitivas. Essa colaboração entre médico e

máquina torna o processo mais eficiente, sem substituir o olhar humano, mas ampliando sua capacidade de análise e precisão diagnóstica.[17-19]

Outro campo de grande impacto é a ecocardiografia, exame muito presente na prática clínica, por ser acessível e de baixo custo. No entanto, sempre houve o desafio da subjetividade na análise. Pesquisas recentes destacam que a IA tem sido fundamental para superar esse obstáculo, já que os algoritmos podem calcular automaticamente parâmetros como fração de ejeção, volumes ventriculares e até deformação miocárdica. Dessa forma, a interpretação do exame se torna mais padronizada e confiável, permitindo acompanhar de maneira mais precisa a função cardíaca dos pacientes.[20]

A inteligência artificial também vem trazendo contribuições relevantes no estudo dos aneurismas de aorta abdominal, uma condição grave que exige vigilância constante. Tradicionalmente, o acompanhamento era feito apenas pelo diâmetro do aneurisma, mas isso muitas vezes não refletia o risco real de ruptura. Com o auxílio da IA, é possível analisar de forma mais abrangente as características da parede arterial e até prever probabilidades de complicações, oferecendo um cuidado muito mais personalizado e seguro.[21]

O que se observa, portanto, é que a integração entre a radiologia cardiovascular e a inteligência artificial não busca substituir o olhar humano, mas sim ampliar a capacidade diagnóstica dos profissionais. O médico continua sendo o centro do cuidado, mas agora apoiado por ferramentas que tornam a análise mais rápida, precisa e individualizada, esse avanço aponta para um futuro em que o diagnóstico por imagem deixará de ser apenas uma fotografia estática do coração e passará a ser parte de um processo dinâmico, personalizado e baseado em evidências científicas, com impacto direto na qualidade de vida do paciente.[22]

2.4 APLICAÇÕES DA IA EM IMAGENS MAMÁRIAS

No contexto das imagens mamárias, a aplicação da inteligência artificial tem demonstrado grande potencial na detecção precoce do câncer de mama, identificando alterações sutis nos tecidos que, por vezes, passam despercebidas ao olho humano.[23] Além disso, esses sistemas contribuem para a quantificação automática da densidade mamária, reconhecida como um fator de risco

significativo e, simultaneamente, um desafio interpretativo para a mamografia.[24, 25]

Os métodos de aprendizado profundo (DL) permitem que modelos extraiam automaticamente características discriminativas, como microcalcificações, distorções arquiteturais e assimetrias com alta sensibilidade e especificidade.[23,24] Diferentemente dos sistemas tradicionais de detecção assistida por computador (CAD), que exigem programação manual, os modelos baseados em DL, ajustam suas conexões internas a partir de grandes volumes de dados, aprendendo padrões complexos sem intervenção direta do programador .[25-28]

Um aspecto de destaque é o uso desses modelos para classificar a densidade mamária de forma padronizada, o que reduz a variabilidade interobservador e melhora a reprodutibilidade diagnóstica. [26,29] Recentes avanços com redes neurais convulsionais (CNNs) demonstraram alta acurácia nessa tarefa, utilizando técnicas de aprendizado por transferência e modelos combinados. [29,30]

Estudos clínicos mostram que o uso da IA na mamografia pode reduzir as taxas de falsos positivos e falsos negativos, aumentando tanto a sensibilidade quanto a especificidade da detecção de câncer de mama.[31,32] Ensaios retrospectivos comparando a IA e radiologistas humanos indicam que a IA pode atuar como segundo leitor, alcançando desempenho semelhante ou superior.[33] Contudo, em mamas densas, a sensibilidade humana ainda pode superar a IA, embora esta apresente melhor especificidade e menor taxa de recall.[34] Mais recentemente, têm sido desenvolvidos modelos multimodais que integram a mamografia 2D, tomossíntese 3D (DBT) e imagens sintetizadas, com o objetivo de aumentar a eficiência diagnóstica e reduzir alertas falsos .[35,36]

Um estudo prospectivo envolvendo cerca de 500.000 exames mostrou que um sistema de IA reduziu os recalls em 31,7% e a carga de trabalho radiológica em 43,8% sem perda de sensibilidade.[35]

Apesar dos avanços, persistem desafios importantes, como a necessidade de padronização de bases de dados multicêntricas, validação externa prospectiva, explicabilidade dos modelos e mitigação de vieses populacionais.[37,39] A explicabilidade e interpretabilidade dos modelos são cruciais para a aceitação clínica, permitindo que radiologistas compreendam as

decisões da IA.[38] Além disso, a generalização e adaptação dos algoritmos a diferentes populações e equipamentos são essenciais para garantir robustez em ambientes clínicos diversos.[39]

2.5 APLICAÇÕES DA IA EM IMAGENS TORÁCICAS

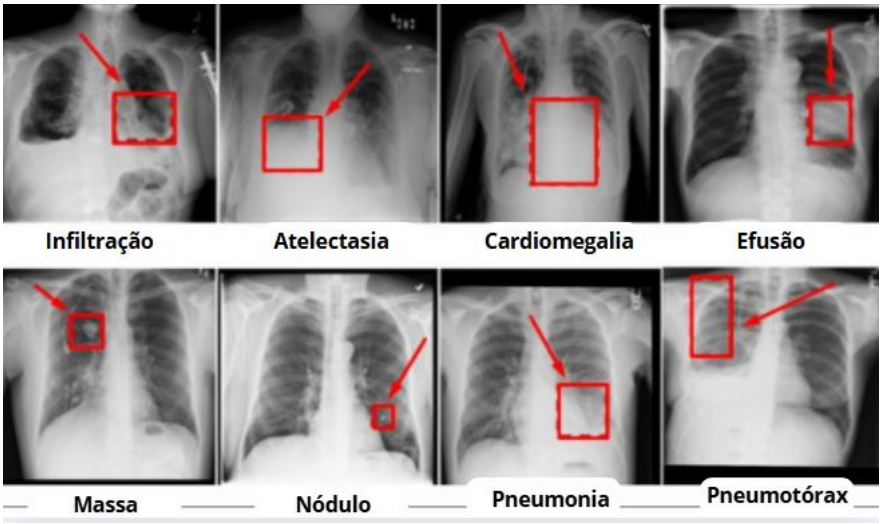
A aplicação de IA em radiografias de tórax se destacou como uma ferramenta promissora na área da saúde, principalmente no diagnóstico médico. O modelo CAD (Decretação assistida por computador), baseado em inteligência artificial, possui a capacidade de identificar anormalidades na região do pulmão do paciente, como pneumonia, nódulos, pneumotórax, infiltração, entre outros tipos de doenças. O treinamento desse modelo requer muitas radiografias de tórax, fazendo com que pesquisadores tenham suas bases em conjunto de dados públicos. [31]

Um dos maiores conjuntos de dados públicos é o Chest X-ray-14, extraído dos bancos clínicos PACS (Picture Archiving and Communication System), em português, Sistema de Arquivamento e Comunicação de Imagens, de hospitais parceiros ao National Institutes Of health (NIH), contendo 112.120 radiografias frontais de 30.805 pacientes, diagnosticadas de 14 patologias torácicas comuns, incluindo atelectasia, consolidação, pneumotórax, derrame, pneumonia, nódulo, cardiomegalia, entre outras.[40] Diversos diagnósticos podem ser obtidos automaticamente conforme os laudos radiológicos usando o PLN (processamento de linguagem natural). Esse banco de dados é altamente utilizado para treinamento e validação de algoritmos de inteligência artificial em detecção autónoma de doenças pulmonares, como por exemplo, o CheXNeXt, classificando exames e identificando diagnósticos com desempenho próximo aos radiologistas humanos.[41]

O ChexNeXt, é uma rede neural convolucional profunda, em outras palavras, uma CNN, programada como algoritmo para detectar simultaneamente 14 patologias torácicas comuns em radiografia de tórax, incluindo pneumonia, nódulo pulmonar, entre outras. Esse modelo foi treinado juntamente com o banco de dados ChestX-ray14 [40], onde contém mais de 100 mil imagens diagnosticadas a partir do processamento de linguagem natural, aprendendo a comparar padrões visuais das radiografias de cada doenças, como por exemplo manchas, nódulos ou alterações pulmonares.

Durante esse aprendizado, a IA ajusta seus parâmetros a cada erro, aprimorando sua capacidade de detecção, e fornecendo uma probabilidade para cada patologia, mostrando a confiança de detectar uma anormalidade. Esse algoritmo demonstrou um grande desempenho comparável ou superior ao de radiologistas humanos, segundo métricas da AUC, com potencial para ser integrado nos fluxos de trabalhos clínicos como ferramenta de apoio. [42]

Figura 2. Imagem ilustrativa de exemplos de doenças comuns, como infiltração, atelectasia, hipertrofia cardíaca, derrame, caroços, nódulos, pneumonia e pneumotórax observadas nas radiografias de tórax



Fonte: Adaptado de Qin C. *et al.* [31]

2.6 VANTAGENS E DESAFIOS DO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA

A incorporação da inteligência artificial na radiologia tem promovido avanços significativos na eficiência e precisão dos diagnósticos. Entre os principais pontos positivos, destaca-se a capacidade da IA de automatizar tarefas repetitivas e demoradas, como a segmentação de imagens e a detecção de anormalidades, liberando os radiologistas para atividades que exigem maior julgamento clínico e interpretação complexa.[5] Essa automação contribui para aumentar a produtividade e reduzir o tempo de resposta diagnóstica, especialmente em situações de emergência.[2] Além disso, a IA tem demonstrado alto desempenho na análise de grandes volumes de dados e imagens médicas, alcançando resultados comparáveis ou até superiores aos de especialistas humanos em algumas situações, como na

detecção de hemorragias intracranianas[7] e na análise de exames cardiovasculares.[16] Outro benefício relevante é a padronização das interpretações, minimizando a variabilidade entre observadores e melhorando a reprodutibilidade dos resultados.[20] Essa característica é especialmente importante em exames como ecocardiografia e mamografia, onde a subjetividade pode impactar a acurácia diagnóstica.[22,21]

A IA também tem potencial para detecção precoce de doenças, como tumores cerebrais e câncer de mama, permitindo um diagnóstico mais rápido e aumentando as chances de tratamento eficaz.[9,6] Além disso, ela auxilia na integração de dados clínicos, genômicos e radiológicos, abrindo caminho para uma medicina personalizada e preditiva.[12]

Entretanto, os pontos negativos e desafios ainda são expressivos. Um dos principais é a falta de padronização e validação dos algoritmos, que podem apresentar falhas quando aplicados a populações diferentes daquelas usadas em seu treinamento.[17] Questões relacionadas à segurança e privacidade dos dados dos pacientes também representam preocupações éticas importantes, exigindo regulamentações rigorosas.[13] Outro desafio relevante é a explicabilidade limitada dos modelos de aprendizado profundo, o que dificulta compreender as razões por trás de determinadas decisões automatizadas.[14]

Adicionalmente, há risco de dependência tecnológica e perda da capacidade crítica dos profissionais, caso a IA seja utilizada de forma excessiva ou sem supervisão adequada .[6] Por fim, o custo de implementação, a necessidade de infraestrutura computacional e o treinamento especializado da equipe ainda constituem barreiras à ampla adoção clínica.[2]

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial tem apresentado um crescimento constante mundialmente, com avanços de desenvolvimento contínuo de novos modelos e algoritmos, especialmente voltados ao apoio em processos diagnósticos na área da saúde. Apesar dos avanços observados, muitos estudos ainda se encontram em estágios iniciais ou com limitações metodológicas, uma vez que se trata de um campo relativamente recente.

Diversas pesquisas permanecem em fase de validação e teste, mostrando resultados tanto promissores quanto desafiadores. Por se tratar de sistemas de

automatização, é essencial que os modelos de inteligência artificial apresentem elevado grau de acerto e estabilidade, a fim de evitar interpretações incorretas que possam comprometer a segurança diagnóstica. No contexto brasileiro, a aplicação dessas tecnologias ainda é restrita, devido ao alto custo dos softwares, à necessidade de infraestrutura tecnológica adequada e à capacitação profissional específica, fatores que impossibilitam sua ampla implementação. O presente estudo analisou publicações que abordam os principais benefícios, limitações e desafios relacionados ao uso de diferentes modelos e algoritmos de IA em radiologia, discutindo ainda suas implicações práticas.

Conclui-se que a inteligência artificial representa uma ferramenta emergente de enorme potencial para a otimização dos processos diagnósticos e para o fortalecimento das práticas clínicas, considerando-se como um recurso promissor no aprimoramento da qualidade e eficiência na assistência à saúde.

REFERÊNCIAS

1. Rong G, Mendez A, Assi EB, Zhao B, Sawan M. Artificial intelligence in healthcare: review and prediction case studies. *Engineering*. 2020;6(3):291–301. doi:10.1016/j.eng.2019.08.015.

2. Dreyer KJ, Geis JR. When machines think: radiology's next frontier. *Radiology*. 2017 Dec.

3. Ludermir TB. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. *Educação & Realidade*. 2021;46:e202105. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/wXBdv8yHBV9xHz8qG5RCgZd/?lang=pt

4. Misra S, Li H. Deep neural network architectures to approximate the fluid-filled pore size distributions of subsurface geological formations. In: Misra S, Li H, He J, eds. *Machine Learning for Subsurface Characterization*. Gulf Professional Publishing; 2020. p.183–217. ISBN: 9780128177365. doi:10.1016/B978-0-12-817736-5.00007-7.

5. Gampala S, Vankeshwaram V, Gadula SSP. Is artificial intelligence the new friend for radiologists? A review article. *Cureus*. 2020 Oct 24;12(10):e11137. doi:10.7759/cureus.11137. PMID:33240726; PMCID:PMC7682942.

6. Bhandari A. Revolutionizing radiology with artificial intelligence. *Cureus*. 2024 Oct 29;16(10):e72646. doi:10.7759/cureus.72646. PMID:39474591; PMCID:PMC11521355.

7. Yun J, et al. Deep learning based automatic detection algorithm for acute intracranial haemorrhage: a pivotal randomized clinical trial. *NPJ Digit Med*. 2023;6(1):89. doi:10.1038/s41746-023-00798-8.

8. Kang S, et al. Deep learning-assisted detection of intracranial hemorrhage: validation and impact on reader performance. *Neuroradiology*. 2025;67(3):455–467. doi:10.1007/s00234-025-03560-x.

9. Lotan E, et al. State of the art: machine learning applications in glioma imaging. *AJR Am J Roentgenol*. 2019;212(1):26–37. doi:10.2214/AJR.18.20218.

10. Voter AF, Meram E, Garrett JW, Yu JJ. Diagnostic accuracy and failure mode analysis of a deep learning algorithm for the detection of intracranial hemorrhage. *J Am Coll Radiol*. 2021;18(8):1143–1152. doi:10.1016/j.jacr.2021.03.005.

11. Al-Rahbi F, et al. Uses of artificial intelligence in glioma: a systematic review. *Mol Integr*. 2024;5(3):e164. doi:10.3892/mi.2024.164.

12. Fan X, et al. Artificial intelligence-based MRI radiomics and radiogenomics in glioma. *Front Oncol*. 2024;14:10938723. doi:10.3389/fonc.2024.10938723.

13. Aboian M, et al. Clinical implementation of artificial intelligence in neuroimaging. *Front Neurosci*. 2022;16:860208. doi:10.3389/fnins.2022.860208.

14. Yao AD, et al. Deep learning in neuroradiology: a systematic review of applications. *Radiol Artif Intell*. 2020;2(3):e190026. doi:10.1148/ryai.2020190026.

15. Bhandari A, et al. Revolutionizing radiology with artificial intelligence. *Cureus*. 2024;16(10):e72646. doi:10.7759/cureus.72646.

16. Tu L, Deng Y, Chen Y, Luo Y. Accuracy of deep learning in the differential diagnosis of coronary artery stenosis: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med Imaging*. 2024;24:243. doi:10.1186/s12880-024-01403-4.

17. Artificial intelligence failure in cardiac magnetic resonance image segmentation: an empirical study. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2024.

18. Quality of reporting in AI cardiac MRI segmentation studies – a systematic review and recommendations for future studies. *Front Cardiovasc Med*. 2022;9:956811. doi:10.3389/fcvm.2022.956811.

19. Clinical validation of a deep learning algorithm for automated coronary artery disease detection and classification using a heterogeneous multivendor

coronary computed tomography angiography data set. *Radiology*. 2024. PMID:39034758.

20. Raffort J, Adam C, Carrier M, et al. Artificial intelligence in abdominal aortic aneurysm. J Vasc Surg. 2020;72(1):321–333. doi:10.1016/j.jvs.2019.12.026.

21. Neves HA, Yuasa BS, Costa TH, Santos IE, Benavides YM, Lofrano-Alves MS. Uso de inteligência artificial para avaliação da função cardíaca por ecocardiografia: revisão sistemática do estado da arte. Arq Bras Cardiol Imagem Cardiovasc. 2023;36:0.

22. Al Muhaisen S, Alzahrani A, AlAshqar A, Kamel E, Alhasan N. Artificial intelligence-powered mammography: navigating opportunities and challenges. *Rev Assoc Med Bras (1992)*. 2024;70(5):e20240518.

23. Li X, Zhang Y, Wei W, et al. Mammography with deep learning for breast cancer detection. *Radiol Med*. 2023;128(4):512-524.

24. Wang J, Hu T, Chen L, et al. Deep learning-based artificial intelligence for mammography. *Korean J Radiol*. 2024;25(1):33-47.

25. Rodriguez-Ruiz A, Lång K, Gubern-Mérida A, et al. Artificial intelligence for breast cancer imaging: an update and future trends. *Radiol Oncol*. 2022;56(3):273-283.

26. Zhao Y, Wang Z, Li M, et al. Recent trends on mammogram breast density analysis using deep learning. *Artif Intell Rev*. 2025;58(2):1357-1374.

27. Jamal T, Naveed M, Al-Hamadin H, et al. A narrative review of the use of artificial intelligence in breast imaging. *J Imaging*. 2022;8(11):283.

28. Md M, Khan A, Haque U, et al. A systematic review of artificial intelligence applications in breast cancer imaging. *Front Oncol*. 2023;13:1123457.

29. Zhao Y, Wang Z, Li M, et al. Deep learning for automated breast density assessment: a review. *Comput Med Imaging Graph*. 2024;104:102198.

30. Zhang L, Li H, Chen Y, et al. Deep learning in breast cancer imaging: state of the art. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(1):45.

31. Qin C, Yao D, Shi Y, Song Z. Computer-aided detection in chest radiography based on artificial intelligence: a survey. *Biomed Eng Online*. 2018;17(1):113.

32. Elmore JG, Longton GM, Carney PA, et al. Artificial intelligence in screening mammography: comparison with radiologists. *Lancet Digit Health*. 2023;5(6):e345-e354.

33. Kim HJ, Lee J, Yoo SJ, et al. Evaluating the performance of artificial intelligence and radiologists in breast cancer detection according to breast density. *Eur Radiol*. 2025;35(1):411-422.

34. Park J, Witowski J, Xu Y, et al. A multimodal AI system for screening mammography integrating 2D and 3D imaging. *arXiv preprint*. 2025 Apr 8.

35. Pedemonte S, Tsue T, Mombourquette B, et al. A deep learning algorithm for reducing false positives in screening mammography. *arXiv preprint*. 2022 Apr 13.

36. Zhang L, Chen Q, Sun H, et al. Artificial intelligence for breast cancer detection: a review. *Comput Med Imaging Graph*. 2024;104:102207.

37. Sun P, Huang X, Liu Z, et al. Challenges and future directions for AI in breast imaging. *Med Image Anal*. 2025;92:103142.

38. Chen X, Zhang C, Yuan H, et al. Generalization of deep learning models in breast imaging across populations and devices. *J Digit Imaging*. 2024;37(3):487-499.

39. Xiang Y, Wei Z, Zhao Y, et al. Explainable AI in medical imaging: review and evaluation. *IEEE Trans Med Imaging*. 2025;44(2):122-139.

40. Wang XS, Peng YF, Lu L, Lu ZY, Bagheri M, Summers RM. ChestX-ray8: hospital-scale chest x-ray database and benchmarks on weakly-supervised classification and localization of common thorax diseases. In: 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR); 2017 Jul 21–26; Honolulu, HI, USA. IEEE; 2017. p. 3462–71. doi:10.1109/CVPR.2017.369.

41. Baltruschat IM, Nickisch H, Grass M, Knopp T, Saalbach A. Comparison of deep learning approaches for multi-label chest X-ray classification. *Sci Rep*. 2019 Apr 23;9(1):6381. doi:10.1038/s41598-019-42294-8. PMID: 31011155; PMCID: PMC6476887.

42. Rajpurkar P, Irvin J, Ball RL, Zhu K, Yang B, Mehta H, Duan T, et al. Deep learning for chest radiograph diagnosis: a retrospective comparison of the CheXNeXt algorithm to practicing radiologists. *PLoS Med*. 2018 Nov 20;15(11):e1002686. doi:10.1371/journal.pmed.1002686. PMID: 30457988; PMCID: PMC6245676.