

MODELOS MULTIMODAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA: A IA PODE AMPLIAR A CAPACIDADE DIAGNÓSTICA ALÉM DA ANÁLISE ISOLADA DA IMAGEM?

MULTIMODAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS IN RADIOLOGY: CAN AI EXPAND DIAGNOSTIC CAPABILITY BEYOND ISOLATED IMAGE ANALYSIS?

Daniel Vinícius Cerqueira Coelho¹, Gabriel Mafra Lins Cavalcante¹, Cláudia Virgínia de Carvalho Cerqueira², Davi Vinícius Cerqueira Coelho³, Victor Menezes Cardoso², Taís Silva Souza¹.

1. Acadêmico do curso de Medicina do Centro Universitário de Maceió UNIMA-Afya.
2. Professor do curso de Medicina do Centro Universitário de Maceió UNIMA-Afya.
3. Médico Residente de Radiologia e Diagnóstico por Imagem – HUAP/ Universidade Federal Fluminense.

daniellviniciuss23@gmail.com

EIXO: Tecnologia e inovação

RESUMO

Introdução: O uso de sistemas computacionais na radiologia diagnóstica avançou para além da leitura isolada de exames, exigindo a correlação de achados visuais com o histórico dos pacientes. **Objetivo:** Avaliar o impacto diagnóstico da incorporação de dados clínicos às imagens médicas na rotina radiológica. **Método:** Revisão integrativa desenvolvida nas bases PubMed, MedLine, Scopus, SciELO e BVS, englobando artigos publicados entre 2021 e 2026. **Resultados:** O cruzamento de informações de prontuários com exames volumétricos reduz taxas de falsos positivos e agiliza a triagem em cenários complexos de oncologia e emergência. Contudo, o uso prático enfrenta limitações como a falta de testes em populações diversas e a ocorrência de relatórios automáticos imprecisos. **Conclusão:** A união de diferentes fontes de dados expande a capacidade diagnóstica e apoia com segurança a decisão médica como auxílio de segunda leitura. Entretanto, a aplicação nos hospitais depende de diretrizes de governança clara e interfaces compreensíveis que garantam a supervisão humana.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Radiologia. Diagnóstico por Imagem. Prontuários Eletrônicos. Ciência da Computação em Saúde.

ABSTRACT

Introduction: The application of digital tools in diagnostic radiology has advanced beyond isolated exam reading, requiring the correlation of visual findings with patient history. **Objective:** To evaluate the diagnostic impact of integrating clinical data into medical images within radiological routine. **Method:** Integrative review developed across PubMed, MedLine, Scopus, SciELO, and VHL databases, encompassing articles published between 2021 and 2026. **Results:** Crossing medical record information with volumetric exams reduces false positive rates and speeds up triage in complex oncology and emergency scenarios. However, practical use faces limitations such as a lack of testing across diverse populations and the occurrence of inaccurate automated reports. **Conclusion:** Unifying different data sources expands diagnostic capacity and safely supports medical decision-making as a second-read aid. Nevertheless, hospital application depends on clear governance guidelines and understandable interfaces that guarantee human supervision.

Keywords: Artificial Intelligence. Radiology. Diagnostic Imaging. Electronic Health Records. Medical Informatics.

INTRODUÇÃO

A inserção da inteligência artificial (IA) na medicina diagnóstica superou a fase inicial voltada apenas para a leitura isolada de exames médicos. No modelo convencional, as ferramentas computacionais concentram-se em analisar alterações de contornos, geometrias e densidades nos píxeis das imagens. Contudo, na rotina dos serviços de saúde, os achados radiológicos dependem da correlação direta com o histórico clínico, a evolução dos sintomas e os exames laboratoriais do paciente. Para atender a essa demanda médica, surgiram os modelos multimodais de inteligência artificial (MMIA) e os sistemas de linguagem-visão (*Vision-Language Models*). Essas novas tecnologias propõem unificar exames de Tomografia Computadorizada (TC), Ressonância Magnética (RMN) e Radiografia a dados textuais e prontuários eletrônicos¹. O interesse científico e o impacto social dessa abordagem estão na oportunidade de aumentar a precisão dos diagnósticos, otimizar o fluxo de trabalho dos especialistas e diminuir a ocorrência de erros assistenciais, transformando programas voltados apenas à triagem visual em sistemas integrados de apoio à decisão médica².

A principal lacuna na literatura atual está na fragmentação dos sistemas tradicionais de IA radiológica, que operam sem acesso ao histórico clínico do paciente, o que reduz o potencial de diagnóstico em patologias de alta complexidade³. Embora a combinação de diferentes fontes de dados clínicos prometa superar essa barreira, a integração de informações de origens distintas ainda esbarra em dificuldades técnicas de padronização nas estruturas dos programas⁴. A relevância deste trabalho baseia-se na necessidade de verificar se a junção de dados clínicos realmente traz benefícios práticos além da análise da imagem isolada e da

interpretação do radiologista. Torna-se necessário identificar em quais áreas essas ferramentas apresentam melhor desempenho, a exemplo da avaliação do sistema musculoesquelético⁵, da elaboração automatizada de relatórios descritivos⁵ e da análise de exames tridimensionais complexos⁵. Paralelamente, é fundamental mapear os obstáculos para que essa tecnologia funcione de forma segura na rotina dos hospitais⁶. Entre os principais problemas estão a falta de testes em populações diversas fora dos centros de desenvolvimento⁵, a presença de desvios e distorções nos dados originais e o risco clínico trazido por relatórios automáticos que contêm informações falsas ou imprecisas⁵.

Diante desse cenário, o objetivo desta pesquisa é avaliar o impacto diagnóstico dos modelos multimodais de inteligência artificial na radiologia, analisando os resultados da integração de dados clínicos às imagens médicas e apontando os principais desafios de segurança, validação e normatização que influenciam sua aplicação prática no ambiente médico.

MÉTODO

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, estruturada a partir da seguinte pergunta norteadora: "Até que ponto os modelos de inteligência artificial multimodal conseguem integrar imagens médicas, dados clínicos e informações textuais para ampliar a capacidade diagnóstica e apoiar a tomada de decisão em Radiologia?". O levantamento bibliográfico foi realizado mediante busca detalhada nas bases de dados PubMed, MedLine, Scopus, SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), entre os anos de 2021 a 2026. A estratégia de busca utilizou os descritores controlados (MeSH/DeCS) combinados por operadores booleanos: "*Artificial Intelligence*" AND "*Multimodal*" AND "*Radiology*", além dos termos livres "*Generative AI*" e "*Medical Imaging*".

Os critérios de inclusão selecionaram estudos originais, ensaios de validação clínica e revisões de alto impacto, publicados em inglês ou português, que abordassem diretamente a fusão de metadados clínicos (textos ou prontuários) com exames radiológicos para responder ao problema central. Foram excluídos editoriais, cartas ao editor, estudos publicados fora do recorte temporal e ferramentas restritas à análise unimodal da imagem.

A busca inicial identificou 245 artigos nas bases pesquisadas. Após a triagem por títulos e resumos, 42 estudos foram pré-selecionados para avaliação detalhada. A análise minuciosa do texto integral resultou na exclusão de 37 artigos que não apresentavam

aderência direta ao escopo clínico ou que configuravam duplicidade de dados. Assim, a amostra final utilizada na fundamentação teórica deste trabalho totalizou 5 referências estratégicas.

RESULTADOS

A análise dos estudos selecionados demonstra que a evolução tecnológica no desenvolvimento de ferramentas digitais voltadas para a radiologia estabelece critérios técnicos distintos daqueles observados nos sistemas convencionais. No modelo tradicional, a atuação dos programas de computador restringe-se ao processamento de matrizes de imagens de forma isolada, operando por meio de tarefas de segmentação, classificação ou detecção de anomalias visuais em exames específicos^{1,3}. Encontra-se em contrapartida em novas arquiteturas a utilização de redes matemáticas que alinham, em um mesmo espaço de processamento, as características visuais da imagem e as representações textuais do histórico do paciente.⁴ Os dados apontam que o processo de integração atual envolve a combinação de exames tridimensionais complexos, como Tomografia Computadorizada (TC) e Ressonância Magnética (RMN), além de exames bidimensionais como Raios-X e mamografias, acoplados diretamente a relatórios anteriores, notas de evolução de texto livre e dados estruturados de prontuários eletrônicos³.

O desempenho dessas ferramentas apresenta resultados consistentes em áreas específicas da medicina diagnóstica. Na oncologia, a combinação de imagens volumétricas com relatórios clínicos longitudinais e dados genômicos permitiu uma estimativa mais precisa da resposta a tratamentos quimioterápicos e a identificação precoce de recidivas tumorais⁵. Nos serviços de urgência, os estudos demonstram que a fusão de imagens de tomografia de crânio com escalas textuais de sintomas neurológicos agiliza de forma significativa a triagem e o direcionamento de pacientes com suspeita de Acidente Vascular Cerebral (AVC) agudo. A literatura avaliada confirma que os novos sistemas acrescentam valor clínico real em comparação com a análise visual isolada do exame e com a interpretação individual do radiologista, especialmente na redução de falsos positivos e falsos negativos.⁴ Ao contextualizar o sinal visual com o histórico do paciente, o sistema evita interpretações incorretas de cicatrizes ou artefatos que poderiam ser confundidos com lesões ativas, proporcionando maior segurança na condução do caso clínico. Na avaliação musculoesquelética, a associação de exames de imagem com dados de exames físicos elevou os índices de acurácia na detecção de microfraturas e lesões ligamentares complexas⁵.

As aplicações práticas e os impactos clínicos identificados nos estudos que compõem a base empírica desta revisão, apresentam-se sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1: *Aplicações diagnósticas e desfechos clínicos da integração de dados em radiologia*

Aplicação Clínica / Área	Dados Integrados ao Sinal Visual	Impacto no Desempenho Diagnóstico	Referências
Fundamentação e Fluxo	Prontuários eletrônicos e metadados.	Superação da análise visual isolada da imagem.	Tariq ¹
Contextualização Geral	Notas clínicas estruturadas e textos livres.	Redução expressiva na taxa de falsos positivos.	Zhang ²
Oncologia de Precisão	Radiômica de TC, genética e laboratório.	Aumento na predição de resposta terapêutica.	Zhang ³
Laudos e Imagem 3D	TC abdominal 3D e notas cirúrgicas.	Viabilidade na geração automática de relatórios.	Hosseini ⁴
Triagem Geral e Raios-X	Radiografias e históricos demográficos.	Acurácia superior à avaliação unimodal isolada.	Rao ⁵

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados evidenciam que a capacidade de processamento de exames volumétricos e tridimensionais complexos expande o suporte ao especialista em diagnósticos que demandam análise detalhada de múltiplos planos anatômicos. Na interpretação de tomografias computadorizadas abdominais, os programas conseguem correlacionar lesões em órgãos sólidos com o histórico cirúrgico prévio relatado nas notas médicas, gerando relatórios descritivos que auxiliam a tomada de decisão em menor tempo de análise⁴. Essa dinâmica otimiza a rotina nos centros de diagnóstico por imagem, trazendo maior agilidade na liberação de laudos críticos. Os estudos demonstram que as ferramentas conseguem responder de forma assertiva a questionamentos complexos baseados na imagem quando amparadas pelo contexto clínico apropriado⁵. O avanço da tecnologia tornou-se um assistente de segunda leitura para o radiologista, gerando um ambiente de dupla checagem que eleva o padrão de segurança do paciente no ambiente hospitalar.

CONCLUSÃO

As evidências confirmam que a integração de dados clínicos e textuais às imagens médicas expande a capacidade diagnóstica na radiologia, superando a análise visual isolada. Esta revisão demonstra que o cruzamento de informações reduz erros de diagnóstico em áreas como oncologia e urgência, funcionando como uma segunda leitura segura que otimiza laudos

e reduz a fadiga médica. Contudo, a translação clínica enfrenta desafios como a imprecisão em relatórios gerados por sistemas, a falta de validações externas e a necessidade de maior clareza nos processos de decisão.

Para o futuro, é indispensável realizar ensaios clínicos multicêntricos que avaliem o impacto real dessas tecnologias nos pacientes. Recomenda-se investigar métodos para mitigar erros em laudos digitais e estabelecer diretrizes de governança e regulação com supervisão humana rígida. A continuidade das pesquisas deve focar em ferramentas compreensíveis para os profissionais, garantindo que a fusão de dados atue estritamente como suporte à decisão clínica e promova a segurança do paciente e a eficiência hospitalar.

REFERÊNCIAS

1. Tariq A, Banerjee I, Trivedi H, Gichoya J. Multimodal artificial intelligence models for radiology. *BJR Artif Intell.* 2025 Jan;2(1):ubae017. doi: 10.1093/bjrai/ubae017.
2. Zhang A, Zhao E, Wang R, Zhang X, Wang J, Chen E. Multimodal large language models for medical image diagnosis: Challenges and opportunities. *J Biomed Inform.* 2025 Sep;169:104895. doi: 10.1016/j.jbi.2025.104895.
3. Zhang R, Chen Y, Yue W, Zhang Y, Li X, Feng S, et al. Multimodal artificial intelligence in medicine: a task-oriented framework for clinical translation. *Front Med (Lausanne).* 2026 Jan;12:1736272. doi: 10.3389/fmed.2025.1736272.
4. Hosseini A, Ibrahim A, Serag A. M3: multimodal artificial intelligence for medical report generation and visual question answering from 3D abdominal CT scans. *BJR Artif Intell.* 2025 Jul;2(1):ubaf011. doi: 10.1093/bjrai/ubaf011.
5. Rao VM, Hla M, Moor M, Adithan S, Kwak S, Topol EJ, et al. Multimodal generative AI for medical image interpretation. *Nature.* 2025 Mar;639(8056):888-896. doi: 10.1038/s41586-025-08675-y.