



## C A P Í T U L O 3

# ASSISTENTES VIRTUAIS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA RADIOLOGIA: APLICAÇÕES, DESAFIOS E PERSPECTIVAS

### **Gustavo Henrique Gomes Franco**

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

### **Letícia Gomes Santiago**

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

### **Luísa Viana Santos**

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

### **Sara Mendonça de Queiroz**

Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

### **Vinícius de Paula Castro Silva**

Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

### **Paula Marynella Alves Pereira Lima**

Docente do Curso de Medicina do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, MG-Brasil.

Nas últimas décadas, a radiologia tem sido uma das áreas da medicina mais transformadas pelo avanço da tecnologia e a inteligência artificial (IA) tem tido papel central nessa mudança. Com o aumento expressivo da quantidade de exames de imagem e a escassez de radiologistas em várias regiões, surgiu a necessidade de ferramentas que pudessem ajudar a agilizar o trabalho, garantir diagnósticos mais precisos e manter a qualidade dos laudos médicos. É nesse cenário que os assistentes virtuais ganham destaque, oferecendo apoio na análise das imagens, na organização de informações clínicas e até na redação preliminar dos relatórios, tornando-se parceiros valiosos no dia a dia dos profissionais da área (Reddy *et al.*, 2024; Mancini *et al.*, 2024).

Ao contrário dos sistemas automatizados mais antigos, que seguiam regras rígidas e respostas pré-definidas, os assistentes virtuais atuais foram pensados para se comunicar de forma muito mais próxima da linguagem humana. Isso só é possível graças ao uso de modelos de linguagem natural e técnicas avançadas de aprendizado profundo, que tornam essas interações mais fluidas, personalizadas e intuitivas. Tecnologias como o Radiology-GPT, o MiniGPT-Med e o RaDialog são bons exemplos dessa nova geração de ferramentas inteligentes, elas conseguem interpretar exames, conversar com os profissionais de saúde, responder a dúvidas clínicas e até ajudar na formulação de hipóteses diagnósticas (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2023).

Além de tornarem o trabalho mais preciso e eficiente, os assistentes virtuais baseados em IA também abrem portas para um acesso mais igualitário à saúde. Eles podem ajudar a levar diagnósticos de qualidade a regiões onde faltam especialistas, funcionando como uma espécie de “apoio de confiança” para a tomada de decisão clínica, principalmente em locais com poucos radiologistas disponíveis. No entanto, apesar de todo esse potencial, a adoção dessas tecnologias ainda exige cuidado. Questões como a falta de transparência em algumas decisões da IA, o risco de aplicar resultados sem considerar as particularidades de cada contexto e a ausência de validações clínicas consistentes seguem como desafios importantes a serem enfrentados (Hafeez *et al.*, 2025; Khalifa; Albadawy, 2024).

A literatura recente aponta tanto os avanços como os desafios enfrentados na implementação de assistentes virtuais no fluxo de trabalho radiológico. Se, por um lado, há evidências de que esses sistemas podem melhorar a eficiência, reduzir erros e ampliar a cobertura diagnóstica, por outro lado, ainda persistem dúvidas sobre sua integração com os sistemas hospitalares, aceitação por parte dos profissionais e adequação ética e regulatória (Langlotz, 2023; Chen *et al.*, 2024).

Nesse sentido, este capítulo tem como proposta refletir sobre o papel dos assistentes virtuais no contexto atual da radiologia, destacando como a inteligência artificial tem sido aplicada, na prática, para apoiar os profissionais no diagnóstico por imagem. Ao longo do texto, serão apresentados os principais sistemas já disponíveis, seus benefícios no dia a dia clínico, as limitações técnicas que ainda precisam ser superadas, além dos dilemas éticos e das expectativas para os próximos anos. A discussão se baseia em uma análise cuidadosa de estudos publicados entre 2021 e 2025, todos revisados por pares e voltados especificamente ao impacto da IA no campo da radiologia.

## ASSISTENTES VIRTUAIS BASEADOS EM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Assistentes virtuais baseados em IA representam uma evolução dos sistemas tradicionais de apoio ao diagnóstico médico. Diferentemente dos algoritmos convencionais, que executam tarefas específicas com base em regras pré-definidas, os assistentes virtuais utilizam técnicas de aprendizado de máquina, redes neurais profundas e modelos de linguagem natural para simular uma interação inteligente com o usuário. Essas ferramentas são capazes de processar linguagem humana, compreender o contexto clínico, integrar dados multimodais (como texto e imagens) e fornecer respostas personalizadas em tempo real (Reddy, 2024).

No campo da radiologia, esses assistentes têm sido empregados para auxiliar na triagem de exames, interpretação de imagens, sugestão de diagnósticos diferenciais, geração automática de laudos e, mais recentemente, na explicação de decisões clínicas com base em modelos de IA explicável (XAI). Segundo Hafeez *et al.* (2025), essa última característica é especialmente relevante em ambientes clínicos, onde a transparência do raciocínio do sistema automatizado é essencial para a confiança dos profissionais e para a segurança do paciente.

Uma característica essencial para a adoção segura de assistentes virtuais em ambientes clínicos é a sua capacidade de explicabilidade – ou seja, a habilidade de justificar suas decisões de forma compreensível aos profissionais de saúde. Essa demanda impulsionou o crescimento da área de XAI, voltada para tornar os modelos de aprendizado profundo menos opacos e mais auditáveis (Qian *et al.*, 2023; Hafeez *et al.*, 2025). Qian *et al.* (2023) reiteram que a transparência desses sistemas é considerada fundamental para promover confiança, responsabilidade e segurança na prática médica. De acordo com os autores, diversas técnicas como Grad-CAM, LIME e SHAP<sup>1</sup> vêm sendo aplicadas para tornar visível a lógica por trás das decisões de modelos de *deep learning* utilizados em imagens de ressonância magnética. Ainda que muitas dessas aplicações estejam centradas em exames específicos como fMRI<sup>2</sup> ou T1 anatômico, os mesmos princípios de XAI são cada vez mais incorporados aos assistentes virtuais empregados em sistemas de triagem, interpretação e geração de relatórios radiológicos.

1. Grad-CAM, LIME e SHAP são técnicas utilizadas na área de inteligência artificial explicável (XAI) para ajudar a entender como os modelos tomam decisões. O Grad-CAM (*Gradient-weighted Class Activation Mapping*) gera mapas de calor sobre imagens, indicando quais regiões mais influenciaram uma determinada predição. O LIME (*Local Interpretable Model-Agnostic Explanations*) cria explicações locais, modificando levemente a entrada do modelo e observando como isso altera a saída. Já o SHAP (*SHapley Additive exPlanations*) calcula a contribuição de cada característica de entrada para o resultado final, baseado em conceitos da teoria dos jogos. Essas técnicas tornam os modelos de aprendizado profundo mais transparentes e compreensíveis, especialmente em áreas sensíveis como a medicina.

2. fMRI (*functional Magnetic Resonance Imaging*) é uma técnica de ressonância magnética funcional que permite visualizar áreas do cérebro em atividade, detectando alterações no fluxo sanguíneo associadas à função neuronal.

O conceito de assistente virtual na radiologia pode englobar desde *chatbots* médicos especializados até sistemas complexos de suporte à decisão clínica integrados a plataformas de imagens. Alguns desses sistemas operam de forma passiva, sugerindo informações apenas quando solicitados. Outros, mais avançados, são proativos e adaptativos, oferecendo alertas, recomendações e até instruções de conduta com base em padrões reconhecidos no exame de imagem ou no histórico do paciente (Muttanahally *et al.*, 2021; Reddy, 2024).

Além disso, muitos desses assistentes estão sendo construídos sobre arquiteturas de grandes modelos de linguagem (LLMs), como o GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), que têm demonstrado capacidade de compreender contextos clínicos complexos e gerar textos coerentes e especializados. No caso dos assistentes treinados especificamente para radiologia, como o Radiology-GPT e o RaDialog, há também a capacidade de interpretar imagens ou responder a comandos multimodais, combinando texto e imagem para gerar uma resposta (Liu *et al.*, 2023; Pellegrini *et al.*, 2023).

Portanto, o assistente virtual baseado em IA na radiologia não é apenas uma interface conversacional, mas um sistema de alto desempenho, com potencial para modificar profundamente a forma como os radiologistas trabalham, tomam decisões e se relacionam com os dados clínicos. À medida que essas tecnologias evoluem e se tornam mais confiáveis, é natural imaginar que farão parte do dia a dia dos serviços de saúde, integrando-se de forma mais fluida à rotina dos profissionais. Para que isso aconteça com segurança, no entanto, é essencial que sua adoção venha acompanhada de diretrizes éticas bem definidas e de validações clínicas rigorosas, que garantam a confiança de todos os envolvidos – especialmente dos pacientes e profissionais que estarão em contato direto com essas ferramentas (Siepmann *et al.*, 2024; Chen *et al.*, 2024).

## APLICAÇÕES CLÍNICAS NA RADIOLOGIA

A implementação de assistentes virtuais baseados em IA tem promovido transformações significativas no cotidiano clínico da radiologia, tanto em ambientes hospitalares de alta complexidade quanto em serviços ambulatoriais. Essas ferramentas têm sido utilizadas para automatizar tarefas repetitivas, reduzir o tempo de interpretação de exames, auxiliar na detecção de achados críticos e até mesmo sugerir hipóteses diagnósticas com base em imagens e dados clínicos correlatos (Khalifa; Albadawy, 2024; Burns; Rhoads; Misra, 2023).

De acordo com Chassagnon (2022) e De Margerie-Mellon e Chassagnon (2022), um dos usos mais comuns dos assistentes virtuais na radiologia é a triagem automática de exames. Com o apoio da IA, torna-se possível analisar um grande volume de

imagens em tempo real e identificar, de forma rápida, aquelas que apresentam sinais de maior gravidade – como hemorragias intracranianas, fraturas, pneumotórax ou nódulos pulmonares suspeitos. Isso ajuda os radiologistas a organizarem melhor sua rotina, priorizando os casos mais urgentes e evitando atrasos em situações que exigem resposta rápida, o que pode fazer toda a diferença no desfecho clínico do paciente.

Outra aplicação clínica relevante é a elaboração assistida de laudos. Os assistentes virtuais podem sugerir esboços de relatórios com base na análise automática das imagens e na leitura de anotações clínicas prévias. A tecnologia de processamento de linguagem natural (PLN) é capaz de organizar a estrutura do laudo, redigir frases coerentes e até adaptar o vocabulário conforme o estilo do profissional. Isso reduz o tempo de digitação, aumenta a padronização e diminui a ocorrência de omissões (Muttanahally *et al.*, 2021; Yildirim *et al.*, 2024).

Além disso, há casos de uso em que o assistente virtual atua como um consultor clínico, oferecendo apoio ao diagnóstico diferencial com base em bancos de dados treinados em milhares de casos. Ferramentas como o MiniGPT-Med, por exemplo, têm sido treinadas para interpretar achados radiológicos e sugerir correlações com síndromes clínicas, ajudando o radiologista a contextualizar o exame em casos complexos (Alkhaldi *et al.*, 2024). Essa funcionalidade é particularmente valiosa em instituições de ensino, ambientes com profissionais em formação ou em regiões com déficit de especialistas.

Segundo Langlotz (2023) e Reddy (2024), uma das tendências mais promissoras é a integração cada vez maior dos assistentes virtuais com os sistemas de informação hospitalar (SIH) e as plataformas de arquivamento de imagens (PACS). Essa conexão permite que essas ferramentas tenham acesso a dados demográficos, histórico clínico e exames anteriores dos pacientes. Com isso, os assistentes virtuais ganham mais contexto para analisar os casos, o que facilita a identificação de mudanças ao longo do tempo – como a evolução de um tumor ou a resposta a um tratamento – e oferece uma visão mais completa do quadro clínico.

Em resumo, os assistentes virtuais têm se mostrado aliados versáteis na rotina da radiologia atual, atuando desde a triagem dos exames até o apoio direto na tomada de decisões clínicas. O sucesso do uso dessas ferramentas, no entanto, depende de alguns fatores importantes, como: a qualidade dos algoritmos que as sustentam, o quanto elas conseguem se integrar aos sistemas já utilizados nas instituições de saúde e, sobretudo, o quanto os profissionais estão dispostos a confiar e adotar essas soluções. Esses pontos serão aprofundados nos próximos tópicos deste capítulo.

## MODELOS ATUAIS: RADIOLOGY-GPT, MINIGPT-MED, RADIALOG

Nos últimos anos, diversos modelos de assistentes virtuais especializados em radiologia foram desenvolvidos com base em LLMs e arquitetura multimodal, sendo projetados não apenas para gerar relatórios, mas também para interagir com profissionais da saúde em linguagem natural, responder perguntas clínicas, interpretar imagens e justificar raciocínios diagnósticos. Entre os mais relevantes, destacam-se o Radiology-GPT, o MiniGPT-Med e o RaDialog (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2023).

O Radiology-GPT é uma adaptação do modelo GPT para o domínio radiológico. Foi treinado com textos específicos de laudos, literatura médica e protocolos de interpretação de imagens. Uma de suas principais capacidades é gerar relatórios descritivos a partir de esboços ou comandos textuais, além de oferecer explicações sobre termos técnicos ou achados radiológicos com alto grau de detalhamento. A ferramenta também é capaz de integrar dados estruturados, como idade, sexo e queixas clínicas, para contextualizar melhor as informações do exame conforme Liu *et al.* (2023) apontam. O Radiology-GPT representa um marco por combinar linguagem natural, suporte diagnóstico e precisão técnica, contribuindo para uma maior autonomia do profissional sem excluir o julgamento clínico humano.

O MiniGPT-Med foi projetado com foco em aplicações clínicas de ponta, utilizando uma arquitetura multimodal capaz de compreender simultaneamente dados de imagem e texto. Essa característica permite que o modelo analise diretamente imagens radiológicas, como radiografias e tomografias, e associe os achados visuais ao histórico do paciente, gerando respostas contextuais e sugestões diagnósticas em tempo real. Além disso, é possível utilizar comandos em linguagem natural para explorar áreas específicas da imagem ou solicitar explicações sobre estruturas anatômicas e patologias visíveis (Alkhaldi *et al.*, 2024). Por ser mais leve e versátil, o MiniGPT-Med se mostra especialmente útil em dispositivos móveis ou em instituições com menor poder computacional.

Já o RaDialog se destaca como um modelo conversacional voltado à geração automatizada de relatórios e interação com radiologistas durante o processo de interpretação. Sua proposta é funcionar como uma verdadeira ferramenta de suporte diagnóstico: o sistema pode receber uma imagem, realizar uma análise inicial, gerar um esboço de laudo e, em seguida, iniciar uma conversa com o profissional para confirmar achados, sugerir diagnósticos diferenciais e realizar ajustes textuais conforme o estilo do usuário. De acordo com Pellegrini *et al.* (2023), o RaDialog tem sido elogiado por sua capacidade de justificar decisões com base em literatura médica e protocolos padronizados, aumentando a transparência do raciocínio da IA.

Esses três modelos representam uma nova geração de ferramentas digitais na medicina diagnóstica que conseguem ser mais interativas, inteligentes e capazes de aprender continuamente com o uso. Embora ainda existam obstáculos técnicos e regulatórios no caminho, o que se observa é uma presença cada vez maior dessas tecnologias no dia a dia dos serviços de saúde. Isso sinaliza uma mudança importante: a inteligência artificial está deixando de ser apenas uma “leitora de imagens” para se tornar, de fato, uma parceira ativa no processo de diagnóstico.

## IMPACTOS NO FLUXO DE TRABALHO E NA ACURÁCIA DIAGNÓSTICA

A incorporação de assistentes virtuais baseados em IA na rotina da radiologia tem provocado mudanças profundas no fluxo de trabalho clínico, resultando em maior eficiência, padronização dos relatórios e redução do tempo necessário para a emissão de diagnósticos. Chen *et al.* (2024) e Khalifa; Albadawy (2024) afirmam que esses impactos recentemente têm sido documentados em estudos que evidenciam ganhos não apenas em produtividade, mas também em segurança do paciente e precisão diagnóstica.

Na prática, um dos maiores ganhos proporcionados pelos assistentes virtuais está na agilidade para analisar os exames. Ferramentas como o Radiology-GPT e o MiniGPT-Med conseguem processar, ao mesmo tempo, as imagens e as informações clínicas do paciente, sugerindo rascunhos de laudo ou chamando atenção para áreas que merecem uma análise mais cuidadosa. Essa triagem automatizada ajuda os radiologistas a focarem nos casos mais complexos ou urgentes, enquanto os exames mais simples ou rotineiros são filtrados e documentados de forma rápida e eficiente com o apoio da IA (Liu *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024).

Além disso, esses sistemas promovem padronização na estrutura e terminologia dos relatórios radiológicos, contribuindo para uma comunicação mais clara entre profissionais e maior confiabilidade dos registros médicos. Segundo Siepmann *et al.* (2024) e Langlotz (2023), quando os assistentes virtuais são treinados com base em literatura especializada e diretrizes clínicas, eles passam a empregar uma linguagem mais padronizada e bem estruturada. Isso torna a comunicação mais clara, facilita auditorias internas, contribui para a realização de pesquisas clínicas e favorece a integração dos laudos com os prontuários eletrônicos.

Outro ponto relevante é a redução de erros diagnósticos, especialmente em situações de alta carga de trabalho ou fadiga dos profissionais. Há evidências de que, quando utilizados como ferramentas complementares (e não substitutivas), os assistentes virtuais ajudam a detectar achados incidentais, sugerem hipóteses diagnósticas alternativas e atuam como uma segunda opinião rápida e acessível.

Em uma análise realizada por Yu *et al.* (2024), observou-se que radiologistas que utilizaram IA como suporte tiveram aumento médio de 6% na acurácia e redução de até 18% nos tempos de revisão dos casos.

Também há impactos positivos na redução de retrabalhos e reconvocação de pacientes. Com a melhora na qualidade dos laudos e na detecção precoce de alterações patológicas, diminui-se a necessidade de repetir exames devido a omissões ou inconsistências nos laudos iniciais. Isso tem efeito direto sobre a experiência do paciente e os custos operacionais dos serviços de saúde (Reddy, 2024; Hafeez *et al.*, 2025).

De acordo com Burns, Rhoads e Misra (2023) e Sun *et al.* (2023), o impacto real dos assistentes virtuais no dia a dia da radiologia pode variar bastante, e isso depende de alguns fatores-chave: o quanto esses sistemas estão bem integrados aos softwares e plataformas já utilizados no hospital, o preparo da equipe para lidar com a tecnologia e a qualidade dos dados que alimentam os modelos fazem toda a diferença. Quando essas ferramentas são inseridas sem planejamento, sem protocolos bem definidos ou sem o devido treinamento, os resultados tendem a ser limitados – e, em alguns casos, até geram resistência por parte dos profissionais.

Com o uso bem planejado, os assistentes virtuais vêm ganhando espaço como aliados importantes na radiologia, ajudando a tornar o trabalho mais ágil e os diagnósticos mais precisos. Mas para que realmente funcionem bem na prática, é essencial que sua implementação seja feita com cuidado, de forma estratégica, com acompanhamento adequado e sempre pensando nas necessidades reais de quem vai utilizá-los no dia a dia.

## LIMITAÇÕES, DESAFIOS E BARREIRAS À ADOÇÃO

Apesar dos avanços e dos benefícios evidenciados, a adoção de assistentes virtuais baseados em IA na radiologia ainda enfrenta uma série de limitações técnicas, éticas, regulatórias e humanas que precisam ser superadas para que essas ferramentas sejam plenamente integradas ao cuidado em saúde (Hafeez *et al.*, 2025; Burns; Rhoads; Misra, 2023; Siepmann *et al.*, 2024).

Uma das principais limitações está relacionada à qualidade e diversidade dos dados utilizados no treinamento dos modelos de IA. A maioria dos grandes modelos de linguagem e visão disponíveis foi treinada com bases de dados provenientes de instituições específicas, muitas vezes concentradas em países desenvolvidos. Isso pode gerar viés algorítmico<sup>3</sup>, resultando em desempenho reduzido ou

3. Viés algorítmico é um tipo de distorção que ocorre quando um sistema de inteligência artificial ou aprendizado de máquina reproduz ou até amplifica desigualdades já existentes nos dados com os quais foi treinado. Isso pode acontecer, por exemplo, se os dados forem desbalanceados, representarem apenas parte da população ou refletirem preconceitos históricos. Na prática, isso significa que o algoritmo pode apresentar desempenho inferior ou tomar decisões injustas para determinados grupos de pessoas, o que é especialmente crítico em áreas sensíveis como a saúde.



interpretações equivocadas em populações com características distintas daquelas usadas no treinamento (Xu *et al.*, 2025; Hafeez *et al.*, 2025). Além disso, a falta de bancos de dados públicos e padronizados na área da radiologia dificulta a validação independente dos modelos de inteligência artificial. Sem esse tipo de material de referência, fica mais difícil garantir que os sistemas sejam realmente confiáveis e funcionem bem em diferentes contextos clínicos.

Como destacam Hafeez *et al.* (2025) e Pellegrini *et al.* (2023), um dos desafios mais delicados no uso de IA na medicina é justamente a falta de explicações claras sobre como os sistemas chegam a determinadas conclusões. Muitos assistentes virtuais operam com modelos de redes neurais profundas que funcionam como verdadeiras “caixas-pretas”: o resultado aparece, mas os caminhos que levaram até ele não ficam evidentes. Isso acaba gerando desconfiança, especialmente em contextos clínicos, onde entender o raciocínio por trás de uma decisão diagnóstica é essencial para garantir a segurança do paciente e a confiança dos profissionais.

Apesar dos avanços recentes, a incorporação de assistentes virtuais baseados em inteligência artificial ainda enfrenta obstáculos significativos em países como o Brasil. A realidade local revela uma infraestrutura tecnológica desigual, marcada por conexões instáveis, ausência de servidores robustos e baixa interoperabilidade entre os sistemas hospitalares, e um cenário ainda mais crítico fora dos grandes centros urbanos. Em muitos serviços de saúde, o uso de sistemas fragmentados compromete a integração eficiente dessas tecnologias ao dia a dia clínico, dificultando seu real aproveitamento (Reddy, 2024). Além disso, a ausência de uma regulamentação específica para o uso de IA em saúde gera um ambiente de incerteza jurídica. A falta de diretrizes claras sobre responsabilidade civil, exigências de validação clínica e critérios nacionais de certificação ainda freia a adoção dessas soluções, mesmo diante do reconhecimento crescente de seu potencial para transformar o cuidado em saúde (Mancini *et al.*, 2024).

Do ponto de vista técnico, a integração com os sistemas de informação hospitalar (SIH) e plataformas PACS ainda é um desafio prático. Muitos serviços de saúde operam com sistemas legados que não dialogam com as novas ferramentas baseadas em IA. A ausência de compatibilidade entre sistemas compromete a fluidez do fluxo de trabalho e reduz a eficiência das ferramentas automatizadas (Reddy, 2024; Liu *et al.*, 2023).

Também existem barreiras éticas e jurídicas, principalmente em relação à responsabilidade profissional, proteção de dados e consentimento informado. Quem seria o responsável por um erro cometido por um assistente virtual? O profissional que supervisionou o caso? Ou o fabricante do sistema? Segundo Langlotz (2023) e Khalifa; Albadawy (2024), essas questões ainda não têm resposta definitiva e dependem da evolução das normativas nacionais e internacionais sobre o uso de inteligência artificial em saúde.

Pelo aspecto humano, um dos grandes desafios é a resistência cultural que ainda existe em relação às novas tecnologias. Muitos profissionais têm receio de que sistemas de apoio a decisões acabem ocupando o lugar das pessoas, enquanto outros simplesmente não confiam em ferramentas automatizadas. Soma-se a isso a falta de tempo e de preparo técnico para aprender a usar essas ferramentas no dia a dia, o que dificulta sua adoção em larga escala (Burns; Rhoads; Misra, 2023; Yildirim *et al.*, 2024). Tudo isso mostra o quanto é importante que a implementação dessas tecnologias seja feita de forma cuidadosa, com programas de capacitação contínua, envolvimento dos profissionais desde o início do processo e validações clínicas sólidas que deem segurança a todos os envolvidos.

Assim, embora os assistentes virtuais em radiologia representem um avanço tecnológico notável, sua adoção efetiva requer mais do que inovação: exige uma construção conjunta entre engenheiros, radiologistas, gestores e reguladores, com foco na segurança, transparência, adaptabilidade e valorização da atuação humana.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Segundo Liu *et al.* (2023) e Deperrois *et al.* (2025), o futuro dos assistentes virtuais na radiologia caminha para uma integração cada vez mais inteligente, contextualizada e alinhada a princípios éticos nos ambientes clínicos. Com o avanço acelerado dos modelos de linguagem multimodal – como o GPT-4V e outras arquiteturas mais recentes – a expectativa é que essas ferramentas evoluam para atuar como verdadeiros sistemas de suporte diagnóstico. Mais do que apenas gerar laudos ou responder a perguntas, elas devem ser capazes de aprender continuamente com a prática dos profissionais, tornando-se parceiras cada vez mais qualificadas no processo diagnóstico.

Um dos avanços mais esperados nesse campo é a possibilidade de personalizar o assistente virtual para que ele se ajuste ao jeito de trabalhar de cada profissional ou instituição. Isso inclui adaptar a linguagem, respeitar preferências individuais e seguir protocolos específicos, desde o uso de certos termos técnicos até a forma como interage em situações clínicas mais complexas. A IA tende a deixar de ser uma ferramenta genérica para se tornar um parceiro flexível e moldado pela experiência de quem a utiliza no dia a dia (Pellegrini *et al.*, 2023; Alkhaldi *et al.*, 2024).

Outra tendência que vem ganhando força é a evolução para uma interação mais completa e multimodal. Isso significa que os assistentes virtuais passarão a entender, ao mesmo tempo, imagens, textos, vídeos e até comandos falados, o que tornará a comunicação com essas ferramentas muito mais natural. Na prática, isso cria um ambiente mais colaborativo e fluido, em que profissionais e tecnologia trabalham lado a lado de forma integrada e eficiente. Segundo Yildirim *et al.* (2024) e Maturana

(2023), já é possível imaginar situações em que o radiologista, ao simplesmente apontar uma lesão com a caneta na tela ou até mesmo descrevê-la em voz alta, receba instantaneamente informações clínicas relevantes e referências científicas sobre aquele achado. Isso transforma a interação com o assistente virtual em algo mais direto, intuitivo e útil no momento da tomada de decisão.

A explicabilidade algorítmica também será um foco central. Modelos mais transparentes e auditáveis estão sendo desenvolvidos com o objetivo de garantir que as recomendações feitas pela IA possam ser compreendidas, reproduzidas e questionadas por profissionais humanos. Essa característica será crucial para o ganho de confiança e para a inserção segura desses sistemas em contextos regulatórios mais rígidos, afirmam Hafeez *et al.* (2025) e Khalifa; Albadawy (2024).

Na área da pesquisa, a expectativa é que cresça o número de estudos clínicos realizados em diferentes centros e com populações variadas. Esse tipo de validação, mais ampla e realista, é fundamental para mostrar que os assistentes virtuais funcionam bem em diversos contextos. Esses estudos também ajudam a entender o impacto real dessas ferramentas nos desfechos dos pacientes. Com isso, aumenta a chance de que esses sistemas sejam reconhecidos por órgãos reguladores e, futuramente, recomendados em diretrizes oficiais das sociedades médicas (Xu *et al.*, 2025; Langlotz, 2023).

Por fim, já se começa a enxergar um futuro em que esses assistentes virtuais ultrapassam os limites dos serviços radiológicos convencionais. A tendência é que passem a atuar também em outras frentes, como na atenção primária à saúde, em serviços de telerradiologia, na triagem pré-clínica e até mesmo como ferramentas de apoio ao ensino na formação de novos profissionais da medicina. Segundo Burns; Rhoads; Misra (2023) e Sun *et al.* (2023), seu uso pode contribuir para a redução de desigualdades no acesso ao diagnóstico por imagem e apoiar a educação continuada de profissionais em formação.

Com isso, os assistentes virtuais baseados em IA se consolidam como elementos centrais no futuro da radiologia, não como substitutos do raciocínio clínico humano, mas como instrumentos de amplificação cognitiva e suporte qualificado à prática médica.

## CONCLUSÃO

O avanço da inteligência artificial na medicina tem mudado, de forma profunda, a maneira como a radiologia é feita no dia a dia, e os assistentes virtuais são uma das variáveis mais promissoras dessa transformação. Mais do que simples ferramentas automatizadas, esses sistemas têm se mostrado verdadeiros aliados dos profissionais, capazes de entender linguagem natural, interpretar imagens, cruzar dados clínicos e colaborar na elaboração de diagnósticos e laudos com rapidez e segurança.

A crescente incorporação de assistentes virtuais baseados em inteligência artificial na radiologia representa um avanço promissor para a prática médica, com impacto direto na eficiência, padronização e qualidade dos laudos diagnósticos. Modelos como o Radiology-GPT, MiniGPT-Med e RaDialog demonstram maturidade técnica e potencial para auxiliar radiologistas em tarefas complexas, desde a triagem de exames até o apoio à decisão clínica. E o mais interessante é que, quando usados em conjunto com a experiência do profissional humano, esses sistemas não só ajudam a melhorar a precisão dos diagnósticos, como também reduzem o tempo de resposta e promovem a uniformização da linguagem médica, o que contribui para a qualidade do atendimento e a eficiência dos serviços.

No entanto, sua adoção segura e eficaz ainda exige atenção especial a desafios técnicos, éticos e regulatórios, especialmente no contexto brasileiro, onde persistem limitações de infraestrutura, interoperabilidade sistêmica e marcos normativos específicos. Barreiras como a falta de explicabilidade dos modelos, vieses algorítmicos, resistência dos profissionais e ausência de validação clínica abrangente devem ser enfrentadas com estratégia, transparência e responsabilidade. A confiança dos profissionais será sempre um componente essencial para o sucesso dessas tecnologias emergentes.

Olhando para o futuro, as perspectivas são animadoras. A tendência é que esses assistentes se tornem cada vez mais personalizados, com maior capacidade de lidar com diferentes tipos de dados (como imagem, texto e voz), integração com prontuários eletrônicos e sistemas de telessaúde. Com isso, poderão se consolidar como peças-chave na ampliação do acesso ao diagnóstico por imagem de qualidade, sobretudo em regiões com escassez de especialistas. Mais do que automatizar tarefas, os assistentes virtuais estão ajudando a redefinir o papel do radiologista. Ele passa a assumir uma posição ainda mais estratégica no raciocínio clínico, com o suporte de ferramentas que ampliam sua visão, sua precisão e sua produtividade. A inteligência artificial, quando bem aplicada, não substitui o profissional — potencializa o que ele tem de melhor.

## REFERÊNCIAS

ALKHALDI, A. *et al.* MiniGPT-Med: Large Language Model as a General Interface for Radiology Diagnosis. **Cornell University**, 2024.

BURNS, B. L.; RHOADS, D. D.; MISRA, A. The Use of Machine Learning for Image Analysis Artificial Intelligence in Clinical Microbiology. **Journal of Clinical Microbiology**, v. 61, n. 9, 2023.

CHASSAGNON, G. *et al.* Artificial intelligence in lung cancer: current applications and perspectives. **Japanese Journal of Radiology**, v. 41, 2022.

CHEN, M. *et al.* Impact of human and artificial intelligence collaboration on workload reduction in medical image interpretation. **NPJ Digital Medicine**, v. 7, n. 1, 2024.

DE MARGERIE-MELLON, C.; CHASSAGNON, G. Artificial intelligence: A critical review of applications for lung nodule and lung cancer. **Diagnostic and Interventional Imaging**, v. 104, n. 1, p. 11-17, 2022.

DEPERROIS, N. *et al.* RadVLM: A Multitask Conversational Vision-Language Model for Radiology. **Cornell University**, 2025.

HAFEEZ, Y. *et al.* Explainable AI in Diagnostic Radiology for Neurological Disorders: A Systematic Review, and What Doctors Think About It. **Diagnostics**, v. 15, n. 2, p. 168–168, 2025.

KHALIFA, M.; ALBADAWY, M. AI in diagnostic imaging: Revolutionising accuracy and efficiency. **Computer Methods and Programs in Biomedicine Update**, v. 5, 2024.

LANGLOTZ, C. P. The Future of AI and Informatics in Radiology: 10 Predictions. **Radiology**, v. 309, n. 1, 2023.

LIU, Z. *et al.* Radiology-GPT: A Large Language Model for Radiology. **ArXiv**, v. 2, 2023.

MANCINI, L. *et al.* Artificial Intelligence in Healthcare: Systematic Review of Diagnostic and Screening Tools in Brazil's Resource-Limited Settings (Preprint). **JMIR AI**, 2024.

MATURANA, C. R. *et al.* iIMAGING: a novel automated system for malaria diagnosis by using artificial intelligence tools and a universal low-cost robotized microscope. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, 2023.

MUTTANAHALLY, J. *et al.* Usefulness of Artificial Intelligence-based Virtual Assistants in Oral and Maxillofacial Radiology Report Writing. **World Journal of Dentistry**, v. 12, n. 2, p. 97–102, 2021.

PELLEGRINI, C. *et al.* RaDialog: A Large Vision-Language Model for Radiology Report Generation and Conversational Assistance. **Cornell University**, 2023.

QIAN, J. *et al.* Recent Advances in Explainable Artificial Intelligence for Magnetic Resonance Imaging. **Diagnostics**, v. 13, n. 9, p. 1571–1571, 2023.

REDDY, S. Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance. **Implementation Science**, v. 19, n. 1, 2024.

SIEPMANN, R. *et al.* The virtual reference radiologist: comprehensive AI assistance for clinical image reading and interpretation. **European Radiology**, v. 34, p. 6652-6666, 2024.

SUN, X. *et al.* Artificial intelligence in cardiovascular diseases: diagnostic and therapeutic perspectives. **European Journal of Medical Research**, v. 28, n. 1, 21, 2023.

XU, H.-L. *et al.* Artificial Intelligence Performance in Image-Based Cancer Identification: Umbrella Review of Systematic Reviews. **Journal of Medical Internet Research**, v. 27, 2025.

YILDIRIM, N. *et al.* Multimodal Healthcare AI: Identifying and Designing Clinically Relevant Vision-Language Applications for Radiology. **Cornell University**, 2024.

YU, F. *et al.* Heterogeneity and predictors of the effects of AI assistance on radiologists. **Nature Medicine**, v. 30, p. 1–13, 2024.