

Neurologia

DIAGNÓSTICOS, TRATAMENTOS E CIRURGIAS

Edição XII

CAPÍTULO 06

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DIAGNÓSTICO NEUROLÓGICO

RENATA DOS SANTOS FERNANDES¹
NICOLE KLEIN MULLER¹
JULINE NEUHAUS WASEM¹
LAÍSA DE MATTOS TEIXEIRA¹
NATÁLIA DE WALLAU¹
LUANA POHLMANN KEHRWALD¹

NICOLE BRUNELLO PAGLIARIN¹
BRUNO JARDIM TESHEINER¹
MARIA CAROLINNA BECKER¹
LUCAS DA SILVA BORBA¹
THEO FUTURO TELÖKEN¹
CARLOS SCHMITT FERREIRA²

¹Discente - Medicina na Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.

²Médico - Graduado pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS.

Palavras-chave: Inteligência Artificial; Neuroimagem; Explainable AI.

DOI: 10.59290/0511299022

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

O avanço da inteligência artificial (IA) nas ciências da saúde vem transformando de forma profunda o diagnóstico e o manejo das doenças neurológicas.

A neurologia, área que tradicionalmente depende de métodos de imagem complexos e interpretação altamente especializada, tem se beneficiado do desenvolvimento de algoritmos capazes de analisar grandes volumes de dados de modo automatizado e preciso.

Entre as principais tecnologias aplicadas, destacam-se o aprendizado de máquina e as redes neurais profundas, que permitem reconhecer padrões sutis em exames de neuroimagem, muitas vezes imperceptíveis à avaliação humana convencional (SOUN *et al.*, 2021).

Essas ferramentas vêm sendo empregadas com resultados promissores em condições de alta relevância clínica, como o acidente vascular cerebral (AVC), as doenças neurodegenerativas e as emergências neurológicas.

Evidências recentes indicam que a IA é capaz de detectar hemorragias intracranianas, infartos e oclusões vasculares em tempo reduzido, o que contribui para otimizar o fluxo de atendimento e apoiar decisões médicas em situações críticas (ABUALROB & MESRAOUA, 2024).

Além disso, aplicações emergentes em epilepsia, traumatismo cranioencefálico e distúrbios cognitivos vêm demonstrando potencial para aprimorar a precisão diagnóstica e reduzir erros interpretativos, favorecendo condutas mais individualizadas.

Nos últimos anos, a discussão sobre a IA explicável (XAI) tem ganhado destaque, propondo maior transparência e interpretabilidade dos algoritmos utilizados em radiologia e neuroimagem.

A falta de explicabilidade, apontada como uma das principais barreiras à incorporação da IA na prática clínica, reforça a importância de modelos que permitam compreender os critérios de decisão e garantir segurança e confiabilidade aos profissionais de saúde (HAFEEZ *et al.*, 2025).

O objetivo deste estudo foi revisar as evidências disponíveis sobre a aplicação da inteligência artificial no diagnóstico de doenças neurológicas, com ênfase em seu impacto na prática clínica, nos desafios atuais de validação e nas perspectivas futuras de integração entre tecnologia e cuidado médico.

MÉTODOS

Esta revisão narrativa foi conduzida com o objetivo de sintetizar evidências sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) em neuroimagem, com foco em emergências neurológicas e distúrbios neurológicos.

A busca foi realizada nas bases de dados PubMed e MDPI, utilizando os descritores: “inteligência artificial”, “neuroimagem”, “*neurological disorders*”, “diagnóstico”, “*explainable AI*”.

Foram incluídos artigos publicados entre 2021 e 2025, abrangendo revisões sistemáticas, estudos originais e artigos editoriais relevantes para o tema.

Os critérios de inclusão compreenderam: estudos que aplicaram IA em neuroimagem para diagnóstico de AVC agudo, tumores cerebrais ou outras emergências neurológicas; artigos que abordaram IA explicável (XAI) na radiologia para distúrbios neurológicos; e publicações com aplicação clínica direta dos algoritmos.

Foram excluídos estudos com enfoque exclusivamente técnico e aqueles sem relevância clínica.

Após a triagem inicial e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 8 artigos foram

selecionados para análise detalhada. Os dados extraídos dos artigos selecionados foram organizados de forma descritiva, considerando: os tipos de algoritmos de IA utilizados; as patologias e contextos clínicos avaliados; a eficácia diagnóstica e impacto no fluxo de atendimento; as limitações metodológicas e desafios de implementação; as perspectivas futuras para integração da IA na prática clínica neurológica.

Dessa forma, esta revisão narrativa fornece uma visão abrangente do estado atual da IA aplicada à neuroimagem, destacando suas aplicações, limitações e potencial de transformação da prática clínica em neurologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada demonstra de forma consistente que ferramentas de IA aplicadas à neuroimagem podem acelerar a detecção de alterações agudas (por exemplo: hemorragia intracraniana, infarto e oclusões vasculares), reduzindo o tempo até o diagnóstico e potencialmente melhorando o encaminhamento para terapias emergenciais (SOUN *et al.*, 2021; ABUALROB & MESRAOUA, 2024).

Modelos de IA também mostram utilidade crescente na caracterização de tumores cerebrais (classificação, diferenciação entre pseudoprogessão e progressão real) e na predição de sobrevida, o que pode informar escolhas terapêuticas e planejamento multidisciplinar (PAN & HUANG, 2023; JIAN *et al.*, 2022).

Estudos focados em predição de complicações específicas, como transformação hemorrágica após AVC, indicam que algoritmos treinados em dados de neuroimagem conseguem identificar fatores de risco image-based que complementam variáveis clínicas tradicionais (DAGHER *et al.*, 2024).

Há concordância entre os autores sobre o papel promissor de abordagens multimodais (combinação de sequências de RM, TC, PET e

dados clínicos) para melhorar acurácia diagnóstica e prognóstica, embora isso aumente a complexidade do desenvolvimento e da validação (JIAN *et al.*, 2022; PAN & HUANG, 2023).

A explicabilidade dos modelos (XAI) surge como requisito crítico para adoção clínica: técnicas que tornam as decisões algorítmicas mais transparentes facilitam a confiança do médico, a auditoria e a identificação de vieses nos modelos (HAFEEZ *et al.*, 2025).

Autores ressaltam, porém, limitações frequentes nos estudos publicados, como heterogeneidade dos conjuntos de dados, falta de validação externa multicêntrica e risco de overfitting, que comprometem a generalização dos modelos para outras populações e cenários clínicos (SOUN *et al.*, 2021; ABUALROB & MESRAOUA, 2024).

Questões práticas de implementação também são recorrentes: integração com PACS (*Picture Archiving and Communication System*) e RIS (*Radiology Information System*) — sistemas responsáveis, respectivamente, pelo arquivamento/comunicação das imagens médicas e pelo gerenciamento das informações radiológicas —, latência de processamento, custo, necessidade de infraestrutura de nuvem ou servidores locais e treinamento de equipes são barreiras reais à adoção rotineira (ABUALROB & MESRAOUA, 2024; SOUN *et al.*, 2021).

Alguns estudos apontam a necessidade de manter o “elemento humano” — ou seja, modelos de *human-in-the-loop* nos quais o radiologista/neurologista valida e interpreta as saídas algorítmicas — para mitigar erros automáticos e preservar responsabilidade clínica (SABA, 2023).

A avaliação de desempenho costuma privilegiar métricas de discriminação (AUC, sensibilidade/especificidade) e métricas de segmentação (Dice), mas há variação metodológica na

forma como essas métricas são calculadas e reportadas, dificultando comparações diretas entre estudos (DAGHER *et al.*, 2024; PAN & HUANG, 2023).

Do ponto de vista regulatório e ético, os autores frisam a necessidade de padrões de reporte, ensaios prospectivos e diretrizes que considerem segurança, vieses e monitorização pós-implementação para proteger pacientes e profissionais (HAFEEZ *et al.*, 2025; ABUALROB & MESRAOUA, 2024).

Em síntese, os artigos convergem para a conclusão de que a IA em neuroimagem tem potencial transformador — particularmente em cenários agudos e em apoio ao diagnóstico tumoral e prognóstico — mas que a transição para uso clínico difundido depende de validação externa robusta, explicabilidade, padronização metodológica e integração prática com fluxos de trabalho existentes (SOUN *et al.*, 2021; PAN & HUANG, 2023; DAGHER *et al.*, 2024; HAFEEZ *et al.*, 2025; ABUALROB & MESRAOUA, 2024; JIAN *et al.*, 2022; SABA, 2023).

CONCLUSÃO

O presente estudo observou que a inteligência artificial (IA) aplicada à neuroimagem representa um avanço significativo no diagnóstico e manejo de doenças neurológicas.

Os artigos analisados demonstraram que algoritmos baseados em aprendizado de máquina e redes neurais convolucionais já são capazes de detectar, com alta acurácia, alterações compatíveis com acidente vascular cerebral, epilepsia e doenças neurodegenerativas, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e decisões clínicas mais assertivas.

Além disso, a integração da IA com sistemas hospitalares, como PACS e RIS, vem otimizando fluxos de trabalho e reduzindo o tempo entre aquisição e interpretação das imagens.

Entretanto, desafios persistem, incluindo a necessidade de validação multicêntrica, padronização entre diferentes plataformas e garantia de interpretabilidade dos modelos.

A IA explicável (XAI) surge como um caminho promissor para aumentar a confiança dos profissionais de saúde e facilitar sua incorporação ética e responsável à prática clínica.

Conclui-se que a IA não substitui o raciocínio médico, mas atua como uma ferramenta de apoio que amplia a capacidade diagnóstica e favorece abordagens mais precisas e personalizadas.

Futuras pesquisas devem priorizar a criação de modelos multimodais, capazes de integrar dados clínicos, estruturais e funcionais, bem como avaliar o impacto real dessas tecnologias nos desfechos clínicos e na qualidade da assistência neurológica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUALROB, M.A.; MESRAOUA, B. Harnessing artificial intelligence for the diagnosis and treatment of neurological emergencies: a comprehensive review of recent advances and future directions. *Frontiers in Neurology*, v. 15, p. 1485799, 2024. doi:10.3389/fneur.2024.1485799 2024.

DAGHER, R. *et al.* Artificial intelligence/machine learning for neuroimaging to predict hemorrhagic transformation: systematic review/meta-analysis. *Journal of Neuroimaging*, v. 34, n. 5, p. 505-514, 2024. doi: 10.1111/jon.13223.

HAFEEZ, Y. *et al.* Explainable AI in diagnostic radiology for neurological disorders: a systematic review and physician perspectives. *Diagnostics (Basel)*, v. 15, n. 2, p. 168, 2025. doi: 10.3390/diagnostics15020168.

HAFEEZ, Y. *et al.* Explainable AI in diagnostic radiology for neurological disorders: a systematic review and physician perspectives. *Diagnostics (Basel)*, v. 15, n. 2, p. 168, 2025. doi: 10.3390/diagnostics15020168.

JIAN, A.; LIU, S.; DI IEVA, A. Artificial intelligence for survival prediction in brain tumors on neuroimaging. *Neurosurgery*, v. 91, n. 1, p. 8-26, 2022. doi: 10.1227/neu.0000000000001938.

PAN, I.; HUANG, R.Y. Artificial intelligence in neuroimaging of brain tumors: reality or still promise? *Current Opinion in Neurology*, v. 36, n. 6, p. 549-556, 2023. doi: 10.1097/WCO.0000000000001213.

SABA, L. Neuroradiology and generative artificial intelligence: the indispensable human element. *Neuroradiology Journal*, v. 36, n. 5, p. 505, 2023. doi: 10.1177/19714009231203429.

SOUN, J.E. *et al.* Artificial intelligence and acute stroke imaging. *AJNR American Journal of Neuroradiology*, v. 42, n. 1, p. 2-11, 2021. doi: 10.3174/ajnr.A6883.