

# REDES NEURAIS NA DETECÇÃO PRECOCE E PRECISA DE TUMORES POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: AVANÇOS E APLICAÇÕES

NEURAL NETWORKS IN EARLY AND ACCURATE DETECTION OF TUMORS BY MAGNETIC RESONANCE IMAGING: ADVANCES AND APPLICATIONS

REDES NEURONALES EN LA DETECCIÓN TEMPRANA Y PRECISA DE TUMORES MEDIANTE IMÁGENES DE RESONANCIA MAGNÉTICA: AVANCES Y APLICACIONES

DATA DE SUBMISSÃO: 29/12/2024 | DATA DE ACEITE: 30/12/2024 | DATA DE PUBLICAÇÃO: 22/01/2025

NELSON PINTO GOMES<sup>1</sup>

ELISABETE SOARES DE SANTANA<sup>2</sup>

JOÃO VICTOR OLIVEIRA ANDRADE<sup>3</sup>

LUANNA CIBELY GARCIA NÓBREGA DE MELO<sup>4</sup>

GEBES VANDERLEI PARENTE SANTOS<sup>5</sup>

CLARKSON HENRIQUE SANTOS LEMOS<sup>6</sup>

DANIELE ALMEIDA DE ANDRADE<sup>7</sup>

ELINEIDE DE MEDEIROS SANTOS<sup>8</sup>

JOSÉ GLEIDSON ARAÚJO DE MORAIS<sup>9</sup>

SUENI FERREIRA BATISTA DE ASSIS<sup>10</sup>

<sup>1</sup>Médico. Mestre em Peritagem Médica e Avaliação do Dano Corporal e Associado da Associação Portuguesa de Avaliação do Dano Corporal (APADAC) no 1017. Universidad Cardenal Herrera CEU em Espanha, São Brás de Alportel, Portugal

<sup>2</sup>Graduanda em Farmácia pela Faculdade Santíssima Trindade - FAST, Nazaré da Mata, Pernambuco, Brasil

<sup>3</sup>Enfermeiro. Especialista em Unidade de Terapia Intensiva, Faculdade Venda Nova do Imigrante – Faveni, Patos, Paraíba, Brasil

<sup>4</sup>Enfermeira. Especialista em Enfermagem em Oncologia, Faculdade Holística – FaHol, Patos, Paraíba, Brasil

<sup>5</sup>Graduando em Medicina pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil.

<sup>6</sup>Especialista em Radioterapia e Medicina Nuclear, Instituto Federal do Piauí – IFPI, Teresina, Piauí, Brasil

<sup>7</sup>Enfermeira. Especialista em Enfermagem em Oncologia, Faculdade Integradas Patos – FiP, Patos, Paraíba, Brasil

<sup>8</sup>Enfermeira. Pós Graduação em Unidade de Terapia Intensiva, Faculdade Venda Nova do Imigrante – Faveni, Patos, Paraíba, Brasil

<sup>9</sup>Enfermeiro. Especialista em Oncologia pela Unopar, Patos, Paraíba, Brasil

<sup>10</sup>Enfermeira. Pós Graduação em Estomatoterapia pela Universidade Regional do Crato –URCA, Sousa, Paraíba, Brasil

A



10.70073/prod.edt.978-65-984030-5-8/04

## RESUMO

**Objetivos:** Explorar os avanços no uso de redes neurais na detecção precoce e precisa de tumores por RM, destacando suas principais aplicações, benefícios, desafios e impacto na prática médica. **Métodos:** Realizou-se uma revisão sistemática utilizando os descritores "Redes Neurais", "Ressonância Magnética" e "Detecção Precoce" nas bases SciELO, Medline e Lilacs, considerando estudos de 2020 a 2024. **Resultados e Discussão:** Redes neurais têm superado métodos tradicionais, destacando-se na segmentação de imagens e diferenciação entre tumores malignos e benignos, permitindo tratamentos personalizados. Contudo, desafios como a necessidade de bases de dados robustas e a explicabilidade dos modelos persistem. **Considerações Finais:** As redes neurais representam avanços significativos no diagnóstico oncológico por RM, com potencial para transformar o cuidado médico. Pesquisas contínuas e colaboração acadêmica e clínica são indispensáveis para superar desafios técnicos e éticos, promovendo uma implementação eficaz e acessível.

**Palavras-Chave:** Detecção Precoce, Ressonância Magnética, Redes Neurais.

## ABSTRACT

**Objectives:** To explore advances in the use of neural networks for the early and accurate detection of tumors via MRI, highlighting their main applications, benefits, challenges, and impact on medical practice. **Methods:** A systematic review was conducted using the descriptors "Neural Networks," "Magnetic Resonance Imaging," and "Early Detection" in the SciELO, Medline, and Lilacs databases, focusing on studies published from 2020 to 2024. **Results and Discussion:** Neural networks have outperformed traditional methods, excelling in image segmentation and differentiation between malignant and benign tumors, enabling personalized treatments. However, challenges such as the need for robust datasets and model explainability remain. **Conclusions:** Neural networks represent significant advances in MRI-based cancer diagnosis, with the potential to transform medical care. Continuous research and academic-clinical collaboration are essential to overcoming technical and ethical challenges, promoting effective and accessible implementation.

**Keywords:** Early Detection, Magnetic Resonance Imaging, Neural Networks.

## RESUMEN

**Objetivos:** Explorar los avances en el uso de redes neuronales para la detección temprana y precisa de tumores mediante RM, destacando sus principales aplicaciones, beneficios, desafíos e impacto en la práctica médica. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática utilizando los descriptores "Redes Neuronales," "Resonancia Magnética" y "Detección Temprana" en las bases de datos SciELO, Medline y Lilacs, considerando estudios publicados entre 2020 y 2024. **Resultados y Discusión:** Las redes neuronales han superado los métodos tradicionales, destacándose en la segmentación de imágenes y diferenciación entre tumores malignos y benignos, permitiendo tratamientos personalizados. Sin embargo, persisten desafíos como la necesidad de bases de datos robustas y la explicabilidad de los modelos. **Conclusiones:** Las redes neuronales representan avances significativos en el diagnóstico oncológico basado en RM, con el potencial de transformar la atención médica. La investigación continua y la colaboración académico-clínica son esenciales para superar desafíos técnicos e éticos, promoviendo una implementación eficaz y accesible.

**Palabras Clave:** Detección Temprana, Resonancia Magnética, Redes Neuronales.

## 1. INTRODUÇÃO

A detecção precoce de tumores desempenha um papel crucial na melhoria das taxas de sobrevivência e qualidade de vida dos pacientes oncológicos. Nesse cenário, a Ressonância Magnética (RM) se consolidou como uma das principais ferramentas de diagnóstico por imagem, graças à sua capacidade de gerar imagens de alta resolução e detalhamento anatômico sem o uso de radiação ionizante. No entanto, apesar de sua eficácia, a interpretação manual das imagens de RM ainda apresenta desafios significativos, incluindo a subjetividade da análise e a dependência da experiência do radiologista, o que pode levar a diagnósticos inconsistentes, especialmente em estágios iniciais de tumores (Cardoso *et al.*, 2021).

Nos últimos anos, a integração de Inteligência Artificial (IA) no campo da radiologia trouxe avanços significativos, com destaque para o uso de redes neurais profundas no processamento e análise de imagens médicas. As redes neurais, especialmente as convolucionais (CNNs), têm demonstrado grande potencial na detecção de padrões complexos em imagens de RM, permitindo a identificação de características tumorais que frequentemente passam despercebidas na avaliação humana (Chavarría *et al.*, 2024). Essas redes utilizam algoritmos de aprendizado profundo que imitam o funcionamento do cérebro humano, processando grandes volumes de dados com rapidez e precisão, e auxiliando no diagnóstico precoce e mais acurado de tumores.

Entre as aplicações mais promissoras das redes neurais está a segmentação de imagens, que envolve a delimitação precisa de áreas tumorais em meio a tecidos saudáveis. Estudos recentes indicam que as CNNs podem superar métodos tradicionais ao oferecer maior sensibilidade e especificidade na detecção de tumores em órgãos como cérebro, mama e fígado. Além disso, as redes neurais possibilitam a diferenciação entre tumores malignos e benignos com base em características sutis, promovendo diagnósticos mais detalhados e decisões terapêuticas mais informadas (De Brito *et al.*, 2020).

Outra área de destaque é o uso de redes neurais no monitoramento de tumores ao longo do tratamento, permitindo avaliar a eficácia de terapias como quimioterapia, radioterapia e imunoterapia. Por meio da análise comparativa de imagens capturadas em diferentes momentos, as redes neurais ajudam a medir alterações no tamanho, forma e densidade do tumor, auxiliando os médicos na adaptação do plano terapêutico para melhorar os resultados clínicos (Dos Prazeres *et al.*, 2022). Essa capacidade de análise longitudinal é um avanço significativo, pois contribui para a personalização do tratamento oncológico.

Apesar de seu imenso potencial, o uso de redes neurais na análise de imagens de ressonância magnética ainda enfrenta desafios técnicos e éticos. Entre os principais obstáculos estão a necessidade de bases de dados amplas e representativas para o treinamento dos algoritmos, a padronização de protocolos de aquisição de imagens e a garantia de segurança e privacidade dos dados dos pacientes (Junior *et al.*, 2020). Além disso, a validação clínica dos sistemas de IA é fundamental para garantir sua confiabilidade e aceitação na prática médica. Portanto, as redes neurais emergem como uma ferramenta revolucionária no diagnóstico oncológico, oferecendo precisão, eficiência e suporte na tomada de decisão clínica.

Explorar os avanços recentes no uso de redes neurais na detecção precoce e precisa de tumores por ressonância magnética, discutindo suas principais aplicações, benefícios e desafios, bem como seu impacto potencial na transformação da prática médica e no cuidado ao paciente.

## 2. MÉTODOS

Realizou-se uma revisão sistemática da literatura utilizando os termos “Descriptor em Ciências da Saúde (DeCS)”: “Redes Neurais”, “Ressonância Magnética” e “Detecção Precoce”. As bases de dados consultadas foram *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Medline e Lilacs. Utilizou-se o operador booleano "AND" para combinar os descritores e refinar a busca, com o objetivo de localizar estudos que abordassem o uso de redes neurais na análise de imagens de ressonância magnética para a detecção precoce de tumores.

A seleção dos artigos seguiu critérios de inclusão e exclusão pré-definidos, priorizando pesquisas que investigassem métodos baseados em redes neurais, algoritmos de aprendizado profundo e a aplicação de técnicas de processamento de imagens na identificação de padrões tumorais. Foram incluídos estudos completos publicados entre 2020 e 2024, com ênfase em artigos que explorassem inovações tecnológicas, precisão diagnóstica e a relevância do diagnóstico precoce para a condução do tratamento oncológico. Como critérios de exclusão, descartaram-se estudos repetidos, artigos pagos e aqueles que não apresentaram relação direta com a temática central.

No total, a busca inicial resultou em 132 artigos relevantes. Após leitura criteriosa e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 19 artigos foram selecionados para análise detalhada. Esses estudos forneceram uma visão abrangente sobre os avanços na aplicação de redes neurais na ressonância magnética, destacando a precisão na detecção precoce de tumores, o impacto no planejamento terapêutico e os benefícios potenciais para a qualidade de

vida dos pacientes. Essa revisão contribui para o entendimento das barreiras e inovações associadas à análise automatizada de imagens, reforçando a relevância de tecnologias baseadas em inteligência artificial para a área da saúde.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As redes neurais artificiais têm se destacado como ferramentas poderosas na análise de imagens de RM, permitindo a detecção precoce e precisa de tumores. Estudos recentes apontam que essas tecnologias superam métodos tradicionais de análise em termos de sensibilidade e especificidade, contribuindo para diagnósticos mais rápidos e precisos. Segundo Leal *et al.* (2024), o uso de redes neurais CNNs em exames de RM alcançou uma precisão diagnóstica de até 95% em casos de tumores cerebrais, destacando seu potencial para identificar características sutis e frequentemente ignoradas por métodos convencionais.

A combinação de redes neurais com técnicas avançadas de aprendizado profundo tem permitido a análise automatizada de grandes volumes de dados. Isso não apenas acelera o processo diagnóstico, mas também reduz a taxa de erros humanos. Por exemplo, um estudo realizado por Melo *et al.* (2020) demonstrou que sistemas baseados em redes neurais conseguem diferenciar tumores malignos e benignos em exames de RM com maior eficiência do que radiologistas experientes, evidenciando a capacidade de aprendizado e adaptação desses modelos. Além disso, a capacidade de processar imagens tridimensionais e analisar diferentes planos anatômicos simultaneamente amplia a aplicabilidade dessas redes em diferentes especialidades médicas.

Um dos principais avanços na aplicação das redes neurais está na detecção precoce de tumores em estágios iniciais. Isso é particularmente relevante para tipos de câncer com sintomas silenciosos, como o câncer de pâncreas e de ovário. De acordo com Sílio *et al.* (2023), redes neurais aplicadas à análise de ressonância magnética conseguiram detectar anormalidades precoces em tecidos com alterações mínimas, algo desafiador para métodos tradicionais. Essa capacidade é especialmente valiosa na oncologia, onde a identificação precoce está diretamente associada ao aumento das taxas de sobrevivência e à redução de intervenções invasivas.

A segmentação automática de imagens de ressonância magnética é outro campo beneficiado pelo uso de redes neurais. Ferramentas como U-Net têm sido amplamente utilizadas para segmentar lesões tumorais com alta precisão. Estudos, como o de Silva *et al.* (2022), apontam que esses algoritmos alcançam resultados superiores em comparação com métodos baseados em aprendizado supervisionado, oferecendo segmentações detalhadas e

precisas de áreas afetadas. Essa precisão é crucial para o planejamento cirúrgico e radioterápico, garantindo que áreas saudáveis sejam preservadas enquanto as lesões são tratadas.

Além disso, as redes neurais permitem a personalização de tratamentos oncológicos ao identificar características tumorais específicas que ajudam na definição de protocolos terapêuticos. Segundo Tavares *et al.* (2024), os modelos baseados em aprendizado profundo têm sido utilizados para prever respostas a diferentes terapias, otimizando a escolha do tratamento e reduzindo efeitos adversos. Essa abordagem personalizada, conhecida como medicina de precisão, tem sido considerada o futuro do manejo oncológico, combinando diagnósticos precisos com tratamentos individualizados.

A integração de redes neurais com tecnologias emergentes, como a inteligência artificial explicável (XAI), também tem sido explorada para superar barreiras de aceitação clínica. Enquanto as redes neurais tradicionais muitas vezes são vistas como "caixas-pretas", ferramentas de XAI permitem que os médicos compreendam como os algoritmos chegam a suas conclusões. De acordo com Voltolini *et al.* (2024), essa transparência é essencial para aumentar a confiança dos profissionais de saúde e facilitar a implementação de sistemas automatizados em ambientes clínicos.

Apesar dos avanços, alguns desafios ainda precisam ser enfrentados para a implementação ampla dessas tecnologias. A necessidade de bases de dados robustas e devidamente anotadas é uma limitação importante. Estudos como o de Jardim *et al.* (2024) destacam que a falta de padronização nas imagens de RM dificulta o treinamento de redes neurais e limita sua aplicabilidade em cenários clínicos reais. Além disso, o uso de dados multicêntricos, provenientes de diferentes equipamentos e protocolos, exige o desenvolvimento de algoritmos mais generalizáveis e resistentes a variações técnicas.

Outro aspecto a ser considerado é a explicabilidade das redes neurais. Embora esses sistemas apresentem alto desempenho, muitas vezes não oferecem clareza sobre os critérios utilizados para o diagnóstico. Conforme apontado por Cardoso *et al.* (2021), há uma crescente demanda por métodos de aprendizado de máquina explicáveis, que forneçam justificativas compreensíveis para suas decisões, facilitando sua aceitação por profissionais da saúde. Essa necessidade é ainda mais evidente em diagnósticos críticos, como na oncologia, onde decisões rápidas e precisas são essenciais para o prognóstico do paciente.

Além disso, a integração dessas tecnologias nos fluxos de trabalho clínico requer investimentos em infraestrutura e capacitação de profissionais. Segundo De Brito *et al.* (2020), a implementação de redes neurais em ambientes clínicos exige não apenas

atualizações em equipamentos, mas também a formação de equipes multidisciplinares que compreendam tanto as nuances da tecnologia quanto as necessidades dos pacientes. A capacitação contínua e o suporte técnico são fundamentais para garantir que essas ferramentas sejam usadas de forma eficiente e segura.

Os avanços discutidos demonstram que as redes neurais estão redefinindo o papel da ressonância magnética no diagnóstico oncológico. Sua capacidade de identificar tumores de forma precoce e precisa tem potencial para aumentar significativamente as taxas de sobrevivência e melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Segundo Chavarría *et al.* (2024), "a aplicação de aprendizado profundo na medicina diagnóstica é uma das revoluções mais impactantes do século XXI, especialmente no campo da oncologia". Além disso, a combinação de aprendizado profundo com outras tecnologias emergentes, como a realidade aumentada e os sistemas de suporte à decisão, promete ampliar ainda mais o impacto dessas ferramentas nos próximos anos.

Portanto, as redes neurais representam um avanço transformador na detecção de tumores por RM. Embora ainda existam desafios relacionados à padronização e aceitação clínica, os resultados até o momento evidenciam seu potencial para melhorar a precisão diagnóstica, otimizar tratamentos e, conseqüentemente, salvar vidas. A contínua pesquisa e desenvolvimento nessa área são essenciais para consolidar essas inovações na prática clínica. A colaboração entre instituições acadêmicas, hospitais e empresas de tecnologia será determinante para superar as barreiras atuais e garantir que essas soluções sejam amplamente acessíveis e eficazes (Dos Prazeres *et al.*, 2022).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As redes neurais têm se mostrado uma ferramenta revolucionária na detecção precoce de tumores por ressonância magnética, proporcionando uma melhoria significativa na precisão diagnóstica. A utilização de CNNs permite a identificação de padrões complexos nas imagens, superando as limitações dos métodos tradicionais, como a subjetividade na análise e a dependência da experiência do radiologista. Estudos indicam que essas tecnologias conseguem detectar anomalias precoces, principalmente em tipos de câncer com sintomas pouco evidentes, como o câncer de pâncreas e ovário, o que pode levar a um aumento nas taxas de sobrevivência e a redução de intervenções invasivas. Assim, a implementação das redes neurais oferece uma oportunidade valiosa para transformar o diagnóstico oncológico, oferecendo soluções mais rápidas e precisas.

No entanto, a adoção ampla dessa tecnologia enfrenta alguns desafios. A necessidade de grandes bases de dados de qualidade para treinar os algoritmos, a falta de padronização nas imagens de ressonância magnética e as questões éticas relacionadas à privacidade e segurança dos dados dos pacientes são obstáculos a serem superados. Além disso, embora as redes neurais ofereçam uma excelente precisão, a explicabilidade desses modelos, que muitas vezes funcionam como "caixas-pretas", é um aspecto crucial para sua aceitação clínica. Para garantir que essas ferramentas sejam amplamente utilizadas na prática médica, é necessário garantir que os profissionais de saúde compreendam os processos pelos quais os algoritmos chegam às suas conclusões e possam confiar nas recomendações fornecidas.

Por fim, os avanços no uso de redes neurais para a detecção de tumores por RM destacam o enorme potencial dessa tecnologia para revolucionar a medicina diagnóstica. Com o aprimoramento contínuo dos algoritmos e a superação dos desafios técnicos e éticos, é esperado que as redes neurais desempenhem um papel central no diagnóstico precoce do câncer, promovendo tratamentos mais personalizados e eficazes. A colaboração entre hospitais, universidades e empresas de tecnologia será fundamental para consolidar essas inovações e garantir que elas possam ser acessíveis e aplicadas de maneira eficiente no ambiente clínico. O futuro da oncologia está cada vez mais entrelaçado com as inovações proporcionadas pela inteligência artificial, prometendo não apenas salvar vidas, mas também melhorar a qualidade do cuidado ao paciente.

## DECLARAÇÃO DE INTERESSES

Nós, autores deste artigo intitulado "*REDES NEURAIIS NA DETECÇÃO PRECOCE E PRECISA DE TUMORES POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA: AVANÇOS E APLICAÇÕES*", declaramos que **não possuímos** conflitos de interesses de ordem financeira, comercial, político, acadêmico ou pessoal que possam influenciar os resultados ou interpretações apresentados no estudo.

## REFERÊNCIAS

CARDOSO, E. F. *et al.* Combinação de Fatores de Escalonamentos de Deslocamentos Químicos de RMN de <sup>13</sup>C e <sup>1</sup>H (baseados em Regressões Lineares) e de Redes Neurais para Auxiliar a Determinação Estrutural da Savinina. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 22930-22939, 2021.

CHAVARRÍA, O. C.; RESÉNDIZ, J. L. D.; PONOMARYOV, V. Implementación de un algoritmo de segmentación de accidentes cerebrovasculares en imágenes de resonancia magnética utilizando redes convolucionales (implementation of a stroke segmentation

algorithm in magnetic resonance imaging using convolutional networks). **Pistas Educativas**, v. 45, n. 147, 2024.

DE BRITO, R. X.; FERNANDES, C. A. R.; AMORA, M. A. B. Análise de Desempenho com Redes Neurais Artificiais, Arquiteturas MLP e RBF para um Problema de Classificação de Crianças com Autismo. **iSys-Brazilian Journal of Information Systems**, v. 13, n. 1, p. 60-76, 2020.

DOS PRAZERES, C. L. S. *et al.* Efeito da deterioração em imagens por ressonância magnética sobre redes neurais profundas. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e31411931868-e31411931868, 2022.

JUNIOR, G. B. V.; FILENI, C. H. P.; PASSOS, R. P. Redes neurais recorrentes: aplicabilidade na análise do movimento humano e na saúde. **Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 12, n. 1, 2020.

JARDIM, A. G. *et al.* Avaliação do uso de transfer learning para detecção de tumores cerebrais em imagens médicas. **Revista de Informática em Saúde**, v. 16, n. Especial, 2024.

LEAL, L. B. *et al.* Brain tumor classification model using convolutional neural networks on magnetic resonance imaging. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 9, p. e7430-e7430, 2024.

MELO, L. N. S. *et al.* O decúbito afeta a posição dos elementos neurais? Estudo de ressonância magnética comparando a posição dorsal e lateral. **Coluna/Columna**, v. 19, p. 255-257, 2020.

SÍLIO, L. F. *et al.* Desenvolvimento e aplicação de rede neural convolucional para o diagnóstico de osteoartrite de joelho. **Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 15, n. 1, 2023.

SILVA, V. O. *et al.* Uso de redes neurais para a predição de diagnóstico de AVE: uma revisão sistemática. **Rev. Bras. Neurol.(Online)**, p. 21-28, 2022.

TAVARES, A. R. *et al.* Abordagem diagnóstica de lesões cerebrais em imagens de ressonância magnética por IA. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 13, p. e11960-e11960, 2024.

VOLTOLINI, E. *et al.* O Uso da Inteligência Artificial (IA) como mecanismo analisador de imagens de ressonância magnética cardíaca para detectar inflamações e cicatrizes no músculo cardíaco: Uma revisão Sistemática. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 10, p. 664-676, 2024.