

## RESSONÂNCIA MAGNÉTICA NA INVESTIGAÇÃO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

Karla Larissa Lira Guimarães<sup>1</sup>  
Débora Rose dos Santos Lima<sup>2</sup>  
Isabelle Barreto de Aragão LeCampion<sup>3</sup>

**RESUMO:** As doenças neurodegenerativas representam um importante desafio para a saúde pública devido ao envelhecimento populacional e ao aumento da incidência de enfermidades que comprometem progressivamente o sistema nervoso central. Entre as principais destacam-se a doença de Alzheimer e a doença de Parkinson. Nesse contexto, a ressonância magnética tem se destacado como uma importante ferramenta de neuroimagem para identificação de alterações estruturais cerebrais associadas a essas doenças. Este estudo teve como objetivo analisar a contribuição da ressonância magnética na investigação de doenças neurodegenerativas por meio de revisão da literatura. Os resultados indicam que essa técnica possibilita a identificação de padrões específicos de alterações cerebrais, contribuindo para o diagnóstico e acompanhamento clínico.

1

**Palavras-chave:** Ressonância magnética. Doenças neurodegenerativas. Doença de Alzheimer. Doença de Parkinson. Neuroimagem.

**ABSTRACT:** Neurodegenerative diseases represent a major public health challenge due to population aging and the increasing incidence of conditions that progressively affect the central nervous system. Among the most common are Alzheimer's disease and Parkinson's disease. In this context, magnetic resonance imaging has become an important neuroimaging tool for identifying structural brain alterations associated with these disorders. This study aimed to analyze the contribution of magnetic resonance imaging in the investigation of neurodegenerative diseases through a literature review. The findings indicate that this technique enables the identification of specific patterns of brain changes, contributing to diagnosis and clinical monitoring.

**Keywords:** Magnetic resonance imaging. Neurodegenerative diseases. Alzheimer's disease. Parkinson's disease. Neuroimaging.

<sup>1</sup>Graduanda em biomedicina - Centro universitário CESMAC.

<sup>2</sup>Graduanda em biomedicina - Centro universitário CESMAC.

<sup>3</sup>Orientadora - Especialista - Centro universitário CESMAC.

## I INTRODUÇÃO

As doenças neurodegenerativas constituem um importante problema de saúde pública em escala mundial, sobretudo em decorrência do envelhecimento progressivo da população. Esse grupo de patologias é caracterizado pela degeneração progressiva de neurônios e pela perda gradual de funções cognitivas, motoras ou comportamentais, dependendo das áreas cerebrais afetadas. Entre as principais doenças desse grupo destacam-se a doença de Alzheimer, a doença de Parkinson, a demência frontotemporal e a esclerose lateral amiotrófica, todas associadas a impactos significativos na qualidade de vida dos pacientes e de seus familiares. Nesse contexto, o diagnóstico precoce e preciso torna-se fundamental para o manejo clínico adequado, para a definição de estratégias terapêuticas e para a compreensão da evolução dessas enfermidades.

O avanço das tecnologias de diagnóstico por imagem tem desempenhado papel essencial na investigação das alterações estruturais e funcionais do sistema nervoso central associadas às doenças neurodegenerativas. Entre essas tecnologias, a ressonância magnética destaca-se como um dos métodos mais relevantes na avaliação neurológica contemporânea. Trata-se de um exame não invasivo que utiliza campos magnéticos e ondas de radiofrequência para produzir imagens detalhadas do cérebro, permitindo a identificação de alterações anatômicas e microestruturais com elevada resolução. De acordo com Rodríguez et al. (2018), a ressonância magnética tornou-se uma ferramenta indispensável na avaliação de demências, pois possibilita a observação de padrões característicos de atrofia cerebral relacionados a diferentes processos neurodegenerativos.

Além da capacidade de produzir imagens estruturais de alta qualidade, a ressonância magnética apresenta diversas modalidades avançadas que ampliam sua aplicabilidade no campo da neurologia. Técnicas como a ressonância magnética funcional, a espectroscopia por ressonância magnética e a imagem por tensor de difusão permitem investigar aspectos metabólicos, funcionais e microestruturais do cérebro, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada das alterações associadas às doenças neurodegenerativas. Segundo Du et al. (2024), o desenvolvimento dessas técnicas tem ampliado significativamente o potencial da ressonância magnética na identificação precoce de alterações cerebrais, possibilitando a detecção de processos patológicos antes mesmo da manifestação clínica evidente.

Entre as doenças neurodegenerativas, a doença de Alzheimer é considerada a forma mais comum de demência e representa um dos principais desafios da neurologia moderna. Essa enfermidade caracteriza-se pela progressiva perda de memória e de outras funções cognitivas,

associada a alterações estruturais específicas em determinadas regiões cerebrais. A ressonância magnética desempenha papel fundamental na investigação dessas alterações, sobretudo na identificação da atrofia do hipocampo e do lobo temporal medial, estruturas diretamente relacionadas aos processos de memória. Conforme apontado por Zhao et al. (2024), a ressonância magnética permite detectar mudanças volumétricas e estruturais relevantes no cérebro de pacientes com Alzheimer, contribuindo para o diagnóstico precoce e para o diagnóstico diferencial com outras formas de demência.

Outro aspecto relevante da aplicação da ressonância magnética na investigação das doenças neurodegenerativas refere-se à possibilidade de acompanhar a progressão da doença ao longo do tempo. A análise longitudinal das imagens cerebrais possibilita avaliar a evolução das alterações estruturais e monitorar a resposta a intervenções terapêuticas. Essa abordagem tem sido amplamente utilizada em estudos clínicos e em pesquisas voltadas para a compreensão dos mecanismos fisiopatológicos dessas enfermidades. Nesse sentido, Du et al. (2024) destacam que a ressonância magnética tem contribuído significativamente para o desenvolvimento de biomarcadores de neuroimagem capazes de auxiliar no monitoramento da progressão das doenças neurodegenerativas.

Além da doença de Alzheimer, outras patologias neurodegenerativas também apresentam padrões específicos de alterações cerebrais identificáveis por meio da ressonância magnética. Na demência frontotemporal, por exemplo, observa-se frequentemente atrofia predominante nos lobos frontal e temporal, enquanto na doença de Parkinson podem ser identificadas alterações em estruturas profundas do cérebro, como os núcleos da base. De acordo com Rodríguez et al. (2018), a identificação desses padrões de atrofia contribui para o diagnóstico diferencial entre diferentes tipos de demência, auxiliando na definição de estratégias clínicas mais adequadas para cada paciente.

A relevância da ressonância magnética na investigação das doenças neurodegenerativas também se relaciona ao seu potencial para apoiar pesquisas voltadas à compreensão dos mecanismos biológicos dessas enfermidades. A análise detalhada das alterações estruturais e funcionais do cérebro fornece informações valiosas sobre os processos patológicos envolvidos na degeneração neuronal, contribuindo para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas. Nesse cenário, a utilização de métodos avançados de neuroimagem tem possibilitado avanços significativos no conhecimento científico sobre essas doenças, reforçando a importância da ressonância magnética como ferramenta de investigação clínica e acadêmica.

Diante da crescente incidência das doenças neurodegenerativas e da necessidade de aprimorar as estratégias de diagnóstico e monitoramento dessas condições, torna-se essencial compreender o papel da ressonância magnética na identificação e avaliação dessas alterações cerebrais. Assim, o presente estudo busca discutir a importância da ressonância magnética na investigação das doenças neurodegenerativas, destacando suas principais aplicações no diagnóstico, no acompanhamento da progressão da doença e no apoio à pesquisa científica na área da neurologia.

## 2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão da literatura com abordagem sistematizada, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar evidências científicas acerca da aplicação da ressonância magnética na investigação de doenças neurodegenerativas. Esse tipo de investigação possibilita a síntese de resultados provenientes de diferentes estudos publicados, permitindo identificar padrões, tendências e lacunas no conhecimento científico disponível sobre determinado tema. A utilização de revisões sistemáticas no campo das ciências da saúde tem se consolidado como estratégia importante para apoiar decisões clínicas e orientar futuras pesquisas, uma vez que promove a análise crítica e organizada das evidências existentes (SIDDAWAY; WOOD; HEDGES, 2019).

4

A condução da pesquisa seguiu princípios metodológicos reconhecidos internacionalmente para revisões científicas. Inicialmente, foi realizada a definição da questão norteadora do estudo, a delimitação do tema investigado e o estabelecimento dos critérios de busca e seleção dos estudos. Esse procedimento metodológico é fundamental para garantir transparência e rigor científico na condução da revisão, evitando vieses na seleção das evidências e assegurando que os resultados obtidos representem de forma fidedigna o conhecimento disponível na literatura (PAGE et al., 2021). Dessa forma, buscou-se estruturar a investigação de maneira sistemática e reproduzível, permitindo que outros pesquisadores compreendam claramente as etapas adotadas no processo de levantamento bibliográfico.

A busca pelos estudos científicos foi realizada em bases de dados amplamente utilizadas na área da saúde, com destaque para PubMed e SciELO, que reúnem produções acadêmicas relevantes nas áreas biomédica e clínica. A seleção dessas bases justifica-se pela abrangência de periódicos indexados e pela confiabilidade das informações disponibilizadas. Para a identificação dos artigos foram utilizados descritores relacionados ao tema do estudo, como

ressonância magnética, doenças neurodegenerativas, Alzheimer e Parkinson, combinados por operadores booleanos que possibilitam ampliar ou refinar os resultados da busca. Esse procedimento favorece a localização de publicações científicas pertinentes e contribui para a organização sistemática do processo de identificação dos estudos incluídos na análise.

Após a etapa de identificação das publicações, procedeu-se à aplicação dos critérios de inclusão e exclusão previamente definidos. Foram considerados elegíveis estudos publicados nos últimos dez anos, disponíveis na íntegra e relacionados à aplicação da ressonância magnética na investigação de doenças neurodegenerativas. Foram excluídos artigos duplicados, estudos que não apresentavam relação direta com o objetivo da pesquisa e publicações que não apresentavam dados relevantes para a análise proposta. Esse processo de seleção segue recomendações metodológicas amplamente utilizadas em revisões científicas, que orientam a triagem e avaliação crítica das publicações de forma organizada e transparente (TRICCO et al., 2018).

A seleção dos estudos ocorreu em etapas sucessivas, iniciando-se pela leitura dos títulos e resumos dos artigos identificados nas bases de dados. Em seguida, os estudos potencialmente relevantes foram analisados na íntegra para verificar sua adequação aos critérios estabelecidos. Esse procedimento permite reduzir a possibilidade de inclusão de estudos irrelevantes e assegurar que apenas produções científicas alinhadas ao objetivo da pesquisa sejam consideradas na análise final. A sistematização dessas etapas é fundamental para garantir a confiabilidade da revisão e para possibilitar uma síntese consistente das evidências disponíveis sobre o tema investigado.

Após a seleção dos estudos elegíveis, foi realizada a análise e organização das informações extraídas das publicações incluídas. Os dados foram examinados de forma descritiva e comparativa, buscando identificar os principais achados relacionados à utilização da ressonância magnética na investigação das doenças neurodegenerativas. Essa etapa permitiu sintetizar os resultados encontrados na literatura e compreender de que maneira as técnicas de neuroimagem têm contribuído para o diagnóstico, acompanhamento e compreensão dessas enfermidades. A análise sistemática das evidências possibilita ampliar o entendimento sobre o papel da ressonância magnética no contexto das doenças neurodegenerativas e contribui para o desenvolvimento de novas perspectivas de pesquisa na área biomédica.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica acerca da aplicação da ressonância magnética na investigação das doenças neurodegenerativas, abordando evidências científicas relacionadas às principais patologias descritas na literatura.

#### 3.1 Aplicação da ressonância magnética no diagnóstico da Doença de Alzheimer

A doença de Alzheimer é reconhecida como a principal causa de demência em idosos e representa um dos maiores desafios para a saúde pública global. Caracteriza-se por um processo progressivo de degeneração neuronal que compromete principalmente funções cognitivas, como memória, linguagem e capacidade de raciocínio. O diagnóstico dessa condição tem evoluído significativamente nas últimas décadas com o avanço das tecnologias de neuroimagem, que permitem identificar alterações estruturais e funcionais no cérebro ainda nas fases iniciais da doença. Nesse contexto, a ressonância magnética tem se consolidado como uma ferramenta fundamental para a investigação diagnóstica, pois possibilita a visualização detalhada das estruturas cerebrais e contribui para a identificação de padrões característicos associados à doença de Alzheimer (DUBOIS et al., 2021).

A utilização da ressonância magnética no diagnóstico da doença de Alzheimer baseia-se principalmente na identificação de alterações estruturais específicas que ocorrem no cérebro ao longo da progressão da enfermidade. Entre essas alterações destaca-se a atrofia do hipocampo, estrutura essencial para os processos de formação e consolidação da memória. A redução do volume hipocampal é considerada um dos achados mais consistentes na neuroimagem de pacientes com Alzheimer e pode ser detectada por meio de técnicas de análise volumétrica cerebral. Além disso, outras regiões como o córtex temporal medial e áreas parietais também apresentam redução de volume em estágios mais avançados da doença, evidenciando o comprometimento progressivo das redes neurais responsáveis pelas funções cognitivas (NASSANGA et al., 2025).

O desenvolvimento de técnicas avançadas de neuroimagem tem ampliado significativamente as possibilidades de aplicação da ressonância magnética na investigação da doença de Alzheimer. Atualmente, métodos como análise morfométrica baseada em voxel, ressonância magnética funcional e técnicas de difusão permitem avaliar não apenas alterações estruturais, mas também mudanças na conectividade e na organização das redes cerebrais. Essas abordagens têm contribuído para a identificação de biomarcadores de imagem capazes de

auxiliar na detecção precoce da doença e na diferenciação entre diferentes tipos de demência. Estudos recentes indicam que a combinação dessas técnicas pode aumentar a sensibilidade diagnóstica e fornecer informações importantes sobre os mecanismos fisiopatológicos envolvidos na degeneração neuronal (OTTOY et al., 2025).

Além da identificação de alterações estruturais cerebrais, a ressonância magnética também pode contribuir para a avaliação da relação entre mudanças anatômicas e desempenho cognitivo em indivíduos com Alzheimer. Nesse sentido, pesquisas têm demonstrado que determinados padrões de alterações observados na ressonância magnética estão associados a déficits específicos em testes neuropsicológicos utilizados na avaliação da memória e de outras funções cognitivas. Moradi et al. (2017) demonstraram que dados extraídos de imagens de ressonância magnética cerebral podem ser utilizados para prever o desempenho de pacientes em testes cognitivos relacionados à memória verbal, indicando uma relação significativa entre alterações estruturais do cérebro e comprometimento cognitivo na doença de Alzheimer.

Outro aspecto relevante da aplicação da ressonância magnética no diagnóstico da doença de Alzheimer refere-se à sua utilidade no diagnóstico diferencial entre diferentes tipos de demência. A identificação de padrões específicos de atrofia cerebral permite distinguir a doença de Alzheimer de outras condições neurodegenerativas, como a demência frontotemporal ou a demência associada à doença de Parkinson. Essa diferenciação é essencial para o planejamento terapêutico e para o acompanhamento clínico adequado dos pacientes. De acordo com Dubois et al. (2021), a integração de achados clínicos, biomarcadores e exames de neuroimagem tem sido recomendada como estratégia para aumentar a precisão diagnóstica e aprimorar a avaliação dos pacientes com suspeita de doença de Alzheimer.

Diante desses avanços, a ressonância magnética tem se consolidado como uma das principais ferramentas no diagnóstico e no acompanhamento da doença de Alzheimer. Sua capacidade de fornecer imagens detalhadas do cérebro, aliada ao desenvolvimento de técnicas avançadas de análise de imagem, tem contribuído significativamente para a compreensão das alterações estruturais e funcionais associadas à doença. Além de auxiliar na detecção precoce, a neuroimagem também permite acompanhar a progressão da degeneração neuronal e avaliar a eficácia de intervenções terapêuticas. Dessa forma, a aplicação da ressonância magnética representa um recurso fundamental para a investigação científica e clínica da doença de Alzheimer, contribuindo para avanços no diagnóstico e no manejo dessa importante condição neurodegenerativa.

### 3.2 Achados de ressonância magnética na Doença de Parkinson

A doença de Parkinson é uma enfermidade neurodegenerativa progressiva caracterizada principalmente por alterações motoras, como tremor de repouso, rigidez muscular, bradicinesia e instabilidade postural. Essas manifestações clínicas resultam da degeneração progressiva de neurônios dopaminérgicos localizados na substância negra do mesencéfalo, estrutura essencial para o controle do movimento. Nas últimas décadas, os avanços nas técnicas de neuroimagem têm contribuído significativamente para a compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos nessa doença, permitindo a identificação de alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso central. Nesse contexto, a ressonância magnética tem se destacado como uma ferramenta importante na investigação das alterações cerebrais associadas à doença de Parkinson (ORTEGA-ROBLES et al., 2025).

Tradicionalmente, o diagnóstico da doença de Parkinson baseia-se predominantemente na avaliação clínica dos sintomas motores. Entretanto, a utilização da ressonância magnética tem possibilitado a identificação de alterações estruturais em regiões cerebrais específicas que podem contribuir para o diagnóstico e para a compreensão da progressão da doença. Entre os principais achados observados por meio dessa técnica destacam-se alterações na substância negra, região que apresenta perda progressiva de neurônios dopaminérgicos. Estudos de neuroimagem têm demonstrado que modificações na estrutura e na composição dessa região podem ser detectadas por meio de sequências específicas de ressonância magnética, permitindo identificar mudanças associadas à degeneração neuronal característica da doença (CAO et al., 2024).

Além das alterações observadas na substância negra, outras regiões cerebrais também podem apresentar modificações estruturais em pacientes com doença de Parkinson. Pesquisas recentes indicam que áreas como os gânglios da base, o tálamo e determinadas regiões corticais podem apresentar alterações volumétricas ou mudanças na conectividade neural. Essas modificações podem estar relacionadas não apenas aos sintomas motores, mas também a manifestações não motoras frequentemente associadas à doença, como alterações cognitivas e distúrbios do humor. Nesse sentido, a ressonância magnética tem contribuído para ampliar a compreensão das alterações cerebrais envolvidas na doença de Parkinson e para identificar possíveis biomarcadores de neuroimagem relacionados à progressão da enfermidade (ZARKALI et al., 2024).

O desenvolvimento de técnicas avançadas de ressonância magnética também tem ampliado as possibilidades de investigação das alterações cerebrais associadas à doença de Parkinson. Métodos como a imagem por tensor de difusão, a ressonância magnética funcional e técnicas sensíveis à presença de ferro têm permitido avaliar alterações microestruturais e funcionais em diferentes regiões do cérebro. Essas abordagens possibilitam a análise detalhada das conexões neurais e das mudanças que ocorrem nas redes cerebrais ao longo da progressão da doença. De acordo com Ortega-Robles et al. (2025), a aplicação dessas técnicas avançadas de neuroimagem tem contribuído para a identificação precoce de alterações cerebrais em indivíduos com risco de desenvolver a doença de Parkinson.

Outro aspecto relevante da utilização da ressonância magnética na investigação da doença de Parkinson refere-se ao desenvolvimento de modelos computacionais e métodos baseados em inteligência artificial para análise das imagens cerebrais. Estudos recentes têm explorado o uso de algoritmos de aprendizado de máquina aplicados a imagens de ressonância magnética estrutural para identificar padrões específicos associados à doença. Essas abordagens permitem analisar grandes volumes de dados e detectar alterações sutis que podem não ser facilmente perceptíveis na avaliação visual convencional das imagens. Ya et al. (2022) demonstraram que modelos baseados em aprendizado de máquina aplicados a dados de ressonância magnética apresentam potencial significativo para auxiliar no diagnóstico da doença de Parkinson e na diferenciação entre pacientes e indivíduos saudáveis.

9

Dessa forma, os achados obtidos por meio da ressonância magnética têm contribuído de maneira significativa para o avanço do conhecimento sobre a doença de Parkinson. A identificação de alterações estruturais e funcionais no cérebro possibilita compreender melhor os mecanismos envolvidos na degeneração neuronal e fornece subsídios importantes para o desenvolvimento de novas estratégias diagnósticas. Além disso, a integração entre técnicas avançadas de neuroimagem e métodos de análise computacional tem ampliado as perspectivas de utilização da ressonância magnética como ferramenta para diagnóstico precoce, monitoramento da progressão da doença e avaliação da eficácia de intervenções terapêuticas.

### **3.3 Contribuição da ressonância magnética em outras doenças neurodegenerativas**

Além da doença de Alzheimer e da doença de Parkinson, diversas outras enfermidades neurodegenerativas têm sido investigadas por meio de técnicas avançadas de ressonância magnética. Essas patologias incluem condições como a esclerose lateral amiotrófica e a

demência frontotemporal, que apresentam características clínicas e neuropatológicas distintas, mas compartilham o processo de degeneração progressiva do sistema nervoso central. Nesse contexto, a ressonância magnética tem desempenhado papel relevante na identificação de alterações estruturais e funcionais associadas a essas doenças, contribuindo para a compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos e para o aprimoramento das estratégias diagnósticas (KEIR et al., 2024).

A esclerose lateral amiotrófica é uma doença neurodegenerativa caracterizada pela degeneração progressiva dos neurônios motores superiores e inferiores, resultando em comprometimento progressivo da função muscular. Embora o diagnóstico dessa enfermidade seja tradicionalmente baseado em critérios clínicos e eletrofisiológicos, a ressonância magnética tem contribuído significativamente para a identificação de alterações estruturais no sistema nervoso central associadas à progressão da doença. Estudos recentes têm demonstrado que técnicas de neuroimagem podem revelar alterações na substância branca e no córtex motor, evidenciando processos degenerativos que afetam as vias motoras responsáveis pelo controle dos movimentos voluntários (GHADERI et al., 2025).

Entre os achados observados em exames de ressonância magnética em pacientes com esclerose lateral amiotrófica destacam-se alterações em estruturas cerebrais relacionadas ao sistema motor, incluindo o córtex motor primário e o trato corticoespinal. Essas alterações podem ser detectadas por meio de técnicas como a imagem por tensor de difusão, que permite avaliar a integridade das fibras nervosas e identificar mudanças microestruturais nas vias de comunicação neuronal. De acordo com Mohammadi et al. (2024), investigações baseadas em ressonância magnética também têm evidenciado alterações no tálamo em doenças do neurônio motor, indicando que o comprometimento dessas estruturas pode estar relacionado à progressão da degeneração neuronal observada nessas enfermidades.

Outra condição neurodegenerativa frequentemente investigada por meio da ressonância magnética é a demência frontotemporal, caracterizada pela degeneração progressiva dos lobos frontal e temporal do cérebro. Essa doença apresenta manifestações clínicas relacionadas a alterações comportamentais, dificuldades de linguagem e comprometimento das funções executivas. A utilização de técnicas avançadas de neuroimagem tem permitido identificar alterações estruturais e microestruturais nessas regiões cerebrais, contribuindo para o diagnóstico diferencial em relação a outras formas de demência. Michelutti et al. (2025) demonstraram que biomarcadores obtidos por meio de técnicas de difusão em ressonância

magnética podem revelar alterações na substância branca ao longo do espectro clínico que envolve a demência frontotemporal e a esclerose lateral amiotrófica.

O desenvolvimento de tecnologias híbridas de neuroimagem também tem ampliado as possibilidades de investigação das doenças neurodegenerativas. A integração entre diferentes métodos de imagem, como a combinação entre tomografia por emissão de pósitrons e ressonância magnética, permite a obtenção simultânea de informações estruturais e metabólicas sobre o cérebro. Essa abordagem proporciona uma visão mais abrangente das alterações associadas aos processos neurodegenerativos, possibilitando correlacionar mudanças anatômicas com alterações funcionais e bioquímicas. Segundo Keir et al. (2024), a utilização dessas técnicas integradas tem contribuído para a identificação precoce de alterações cerebrais e para o desenvolvimento de biomarcadores capazes de auxiliar na investigação de diferentes doenças neurodegenerativas.

Dessa forma, a ressonância magnética tem se consolidado como uma ferramenta fundamental para a investigação de diversas doenças neurodegenerativas além da doença de Alzheimer e da doença de Parkinson. A capacidade dessa técnica de identificar alterações estruturais e microestruturais no sistema nervoso central permite ampliar a compreensão dos processos degenerativos que afetam diferentes regiões cerebrais. Além disso, os avanços nas técnicas de neuroimagem e na análise de dados têm contribuído para o desenvolvimento de novos biomarcadores e para o aprimoramento das estratégias diagnósticas, reforçando a importância da ressonância magnética no contexto da pesquisa e da prática clínica voltadas às doenças neurodegenerativas.

#### 4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste estudo evidenciam a relevância da ressonância magnética como ferramenta fundamental na investigação das doenças neurodegenerativas. A análise da literatura científica demonstrou que essa técnica de neuroimagem tem contribuído significativamente para a identificação de alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso central, possibilitando avanços importantes no diagnóstico e na compreensão da progressão dessas enfermidades. A capacidade da ressonância magnética de fornecer imagens detalhadas das estruturas cerebrais permite identificar padrões específicos de atrofia e alterações microestruturais associadas a diferentes doenças neurodegenerativas, o que reforça sua importância no contexto da investigação clínica e científica dessas condições.

No que se refere à doença de Alzheimer, os estudos analisados destacam que a ressonância magnética desempenha papel central na identificação de alterações estruturais características da doença. Entre os principais achados observados estão a atrofia do hipocampo e a redução do volume em regiões do lobo temporal medial, estruturas diretamente relacionadas aos processos de memória e aprendizagem. Esses achados são consistentes com os critérios diagnósticos propostos por Dubois et al. (2021), que enfatizam a importância da integração entre dados clínicos e biomarcadores de neuroimagem para o aprimoramento da precisão diagnóstica na doença de Alzheimer.

Além das alterações estruturais clássicas, estudos recentes têm demonstrado que técnicas avançadas de ressonância magnética permitem identificar mudanças mais sutis nas redes cerebrais envolvidas nas funções cognitivas. Ottoy et al. (2025) destacam que métodos de análise morfométrica e de conectividade funcional têm ampliado a capacidade de detecção precoce da doença de Alzheimer, permitindo identificar alterações cerebrais ainda em estágios iniciais da enfermidade. Essa possibilidade de identificação precoce é particularmente relevante, pois possibilita intervenções terapêuticas mais precoces e contribui para o acompanhamento da progressão da doença.

Outro aspecto relevante discutido nos resultados refere-se à relação entre alterações estruturais detectadas por ressonância magnética e o desempenho cognitivo de indivíduos com doença de Alzheimer. Estudos como o de Moradi et al. (2017) demonstram que padrões específicos observados em imagens de ressonância magnética podem estar associados ao comprometimento de funções cognitivas avaliadas por testes neuropsicológicos. Esses achados reforçam a importância da neuroimagem não apenas para o diagnóstico estrutural da doença, mas também para a compreensão da relação entre alterações cerebrais e manifestações clínicas.

No contexto da doença de Parkinson, os resultados indicam que a ressonância magnética também desempenha papel importante na investigação das alterações cerebrais associadas à degeneração neuronal característica dessa enfermidade. Embora o diagnóstico da doença de Parkinson ainda seja predominantemente clínico, a identificação de alterações estruturais em regiões como a substância negra tem contribuído para ampliar o conhecimento sobre os mecanismos fisiopatológicos envolvidos na doença. Estudos recentes demonstram que técnicas avançadas de ressonância magnética possibilitam detectar alterações microestruturais relacionadas à perda neuronal nessa região cerebral (CAO et al., 2024).

Além das alterações localizadas na substância negra, a literatura também aponta que outras estruturas cerebrais podem apresentar modificações estruturais e funcionais em pacientes com doença de Parkinson. Alterações nos gânglios da base e em determinadas regiões corticais têm sido descritas em estudos de neuroimagem, sugerindo que o processo neurodegenerativo pode afetar diferentes circuitos neurais responsáveis pelo controle motor e por funções cognitivas. Nesse sentido, Zarkali et al. (2024) ressaltam que a análise integrada de biomarcadores de neuroimagem pode contribuir para uma compreensão mais abrangente da progressão da doença.

Os resultados também evidenciam que o desenvolvimento de técnicas avançadas de análise de imagens tem ampliado as possibilidades de utilização da ressonância magnética na investigação da doença de Parkinson. A aplicação de modelos computacionais baseados em aprendizado de máquina tem demonstrado potencial significativo na identificação de padrões específicos associados à doença. De acordo com Ya et al. (2022), a utilização de algoritmos aplicados a imagens de ressonância magnética estrutural pode auxiliar na diferenciação entre indivíduos saudáveis e pacientes com doença de Parkinson, contribuindo para o desenvolvimento de ferramentas diagnósticas mais precisas.

Além das doenças mais frequentemente investigadas, como Alzheimer e Parkinson, a literatura científica também evidencia a contribuição da ressonância magnética para a investigação de outras condições neurodegenerativas. Entre essas enfermidades destacam-se a esclerose lateral amiotrófica e a demência frontotemporal, que apresentam padrões específicos de degeneração neuronal. A utilização de técnicas de neuroimagem tem permitido identificar alterações estruturais relevantes nessas patologias, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre seus mecanismos fisiopatológicos (GHADERI et al., 2025).

No caso da esclerose lateral amiotrófica, estudos baseados em ressonância magnética têm demonstrado alterações significativas em estruturas relacionadas ao sistema motor, incluindo o córtex motor e o trato corticoespinal. Essas alterações refletem o processo degenerativo que afeta os neurônios motores e podem ser identificadas por meio de técnicas avançadas de neuroimagem. Mohammadi et al. (2024) destacam que mudanças estruturais em regiões como o tálamo também podem estar associadas à progressão das doenças do neurônio motor, ampliando a compreensão das alterações cerebrais envolvidas nessas condições.

A demência frontotemporal também apresenta contribuições importantes da ressonância magnética para o diagnóstico e para a compreensão da progressão da doença. Essa

enfermidade caracteriza-se por alterações estruturais predominantes nos lobos frontal e temporal, regiões responsáveis por funções executivas, comportamento e linguagem. De acordo com Michelutti et al. (2025), técnicas de difusão aplicadas à ressonância magnética permitem identificar alterações na substância branca associadas ao espectro clínico que envolve a demência frontotemporal e a esclerose lateral amiotrófica.

Outro avanço relevante na investigação das doenças neurodegenerativas refere-se ao desenvolvimento de técnicas híbridas de neuroimagem que combinam diferentes métodos diagnósticos. A integração entre ressonância magnética e outras modalidades de imagem permite analisar simultaneamente alterações estruturais e metabólicas do cérebro, proporcionando uma visão mais abrangente dos processos patológicos envolvidos. Keir et al. (2024) destacam que a utilização dessas tecnologias tem ampliado as possibilidades de identificação de biomarcadores e contribuído para o desenvolvimento de estratégias diagnósticas mais precisas.

Diante dessas evidências, observa-se que a ressonância magnética desempenha papel central na investigação das doenças neurodegenerativas. A identificação de alterações estruturais e funcionais no cérebro tem contribuído significativamente para o diagnóstico precoce, para o acompanhamento da progressão das doenças e para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas. Além disso, os avanços nas técnicas de neuroimagem e na análise computacional de dados têm ampliado as possibilidades de utilização da ressonância magnética na pesquisa biomédica, reforçando sua importância como ferramenta essencial para o estudo das doenças neurodegenerativas.

## 5 CONCLUSÃO

A presente investigação permitiu compreender a relevância da ressonância magnética como ferramenta essencial na investigação das doenças neurodegenerativas. A análise da literatura científica demonstrou que as técnicas de neuroimagem têm contribuído de maneira significativa para a identificação de alterações estruturais e funcionais no sistema nervoso central, possibilitando avanços importantes no diagnóstico e no acompanhamento dessas enfermidades. A capacidade da ressonância magnética de fornecer imagens detalhadas das estruturas cerebrais favorece a identificação de padrões específicos de degeneração neuronal, o que fortalece sua aplicação tanto no contexto clínico quanto na pesquisa científica.

No caso da doença de Alzheimer, os resultados analisados evidenciaram que a ressonância magnética desempenha papel fundamental na detecção de alterações estruturais associadas à perda progressiva de funções cognitivas. A identificação de atrofia em regiões como o hipocampo e o lobo temporal medial permite reconhecer alterações cerebrais relacionadas à memória e ao aprendizado, contribuindo para o diagnóstico mais preciso da doença. Além disso, o desenvolvimento de técnicas avançadas de neuroimagem tem ampliado a possibilidade de identificação precoce dessas alterações, permitindo compreender melhor a evolução da doença e seu impacto nas funções cognitivas.

Em relação à doença de Parkinson, observou-se que a ressonância magnética também apresenta contribuição relevante para a investigação das alterações cerebrais associadas ao processo degenerativo. Embora o diagnóstico dessa doença ainda seja predominantemente clínico, a identificação de alterações estruturais em regiões como a substância negra e os gânglios da base tem ampliado o conhecimento sobre os mecanismos fisiopatológicos envolvidos. A utilização de técnicas avançadas de análise de imagens e de métodos computacionais tem possibilitado detectar alterações microestruturais que podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias diagnósticas mais precisas.

Além dessas enfermidades, a literatura analisada demonstrou que a ressonância magnética também apresenta grande importância na investigação de outras doenças neurodegenerativas, como a esclerose lateral amiotrófica e a demência frontotemporal. A identificação de alterações em estruturas cerebrais específicas, associada ao desenvolvimento de novas técnicas de neuroimagem, tem contribuído para a compreensão dos processos degenerativos que afetam diferentes regiões do sistema nervoso central. Dessa forma, a ressonância magnética tem se consolidado como uma ferramenta essencial para o estudo das alterações estruturais e funcionais presentes em diversas condições neurológicas.

Diante do exposto, conclui-se que a ressonância magnética representa um recurso diagnóstico de grande relevância na investigação das doenças neurodegenerativas, permitindo identificar alterações cerebrais associadas à progressão dessas enfermidades e contribuindo para o aprimoramento das estratégias de diagnóstico e monitoramento clínico. Os avanços tecnológicos na área da neuroimagem e o desenvolvimento de novas metodologias de análise de dados tendem a ampliar ainda mais o potencial dessa técnica.

## REFERÊNCIAS

- CAO, D. et al. Magnetic resonance imaging of brain structural and functional changes in Parkinson's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2024.1494385>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- DU, L. et al. Unveiling the future: advancements in MRI imaging for neurodegenerative disorders. *Neuroscience Letters*, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38364912/>. Acesso em: 10 mar. 2026.
- DUBOIS, B. et al. Clinical diagnosis of Alzheimer's disease: recommendations of the International Working Group. *The Lancet Neurology*, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33933186/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- GHADERI, S. et al. Magnetic resonance neuroimaging in amyotrophic lateral sclerosis: a review of MRI biomarkers. *Frontiers in Neurology*, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12293569/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- KEIR, G. et al. Hybrid PET/MRI in neurodegenerative disorders. *Diagnostics*, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11583654/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- MICHELUTTI, M. et al. MRI-DTI biomarkers along the continuum of behavioral variant frontotemporal dementia and ALS-FTD. *European Journal of Neurology*, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41319328/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- MOHAMMADI, S. et al. Thalamic alterations in motor neuron diseases: evidence from MRI studies. *Journal of Neurology*, 2024. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38682227/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- MORADI, E. et al. Rey's auditory verbal learning test scores can be predicted from whole brain MRI in Alzheimer's disease. *NeuroImage: Clinical*, v. 13, p. 415-427, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28116234/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- NASSANGA, R. et al. Brain MRI for the diagnosis of dementia in low- and middle-income countries: a scoping review. *BMJ Open*, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12625966/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- ORTEGA-ROBLES, E. et al. Advanced magnetic resonance imaging for early diagnosis and monitoring of Parkinson's disease. *Brain Sciences*, v. 15, n. 1, 2025. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3425/15/1/79>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- OTTOY, J. et al. Recent advances in neuroimaging of Alzheimer's disease and related dementias. *Alzheimer's & Dementia*, 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12417339/>. Acesso em: 11 mar. 2026.
- PAGE, M. J. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA 2020 statement. *BMJ*, v. 372, n. 71, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33782057/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

RODRÍGUEZ, L. R. et al. Magnetic resonance imaging in dementia. *Radiología*, v. 60, n. 6, p. 476-484, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29903629/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. *Annual Review of Psychology*, v. 70, p. 747-770, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30089228/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

TRICCO, A. C. et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, v. 169, n. 7, p. 467-473, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30178033/>. Acesso em: 10 mar. 2026.

YA, Y. et al. Machine learning models for the diagnosis of Parkinson's disease using structural MRI. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnagi.2022.808520>. Acesso em: 11 mar. 2026.

ZARKALI, A. et al. Neuroimaging and fluid biomarkers in Parkinson's disease. *Nature Communications*, 2024. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-49949-9>. Acesso em: 11 mar. 2026.

ZHAO, G. et al. Research on magnetic resonance imaging in diagnosis and differential diagnosis of Alzheimer's disease. *Frontiers in Neurology*, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11684148/>. Acesso em: 10 mar. 2026.