v7.n9.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

# TECNOLOGIAS DIGITAIS NA DOENÇA DE PARKINSON E EVIDÊNCIAS SOBRE A DOENÇA DE ALZHEIMER: REVISÃO NARRATIVA

## *DIGITAL TECHNOLOGIES IN PARKINSON'S DISEASE AND EVIDENCE ON ALZHEIMER'S DISEASE: A NARRATIVE REVIEW*

## *TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA ENFERMEDAD DE PARKINSON Y EVIDENCIA SOBRE LA ENFERMEDAD DE ALZHEIMER: REVISIÓN NARRATIVA*

Ricardo Lima Villas Boas Gomes[1], Robério Leite de Macedo[2], Patricia Maria Dusek[3]

e799033
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i9.9033

PUBLICADO: 09/2026

**RESUMO**

Contexto: As tecnologias digitais aplicadas às doenças neurodegenerativas (DNs) diferem quanto às fontes de dados, às finalidades assistenciais e ao grau de aproximação com a prática clínica. Objetivo: Sintetizar criticamente as aplicações de tecnologias digitais em DNs, com foco na doença de Parkinson (DP) e evidências complementares sobre a doença de Alzheimer (DA), examinando contribuições, limitações e implicações assistenciais. Métodos: Revisão narrativa com busca intencional, seletiva e estruturada, realizada em maio de 2026 nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abrangendo estudos de 2021 a 2025. Vinte estudos empíricos compuseram o *corpus* e foram submetidos à síntese temática e à análise crítica narrativa. Resultados: Predominaram estudos sobre DP e aplicações em neuroimagem, voz, marcha, movimento, eletroencefalografia e outros indicadores biológicos. Diagnóstico e detecção precoce foram as finalidades mais frequentes, enquanto tratamento, reabilitação, personalização e suporte à decisão foram menos representados. O monitoramento remoto foi identificado como tema recorrente. Predominaram modelos computacionais, bases secundárias, protótipos e avaliações preliminares. Conclusão: As tecnologias digitais podem contribuir para ampliar a mensuração, o monitoramento e o apoio à decisão, mas o desempenho isolado de algoritmos e sistemas de IA não demonstrou benefício clínico. A incorporação assistencial requer validação externa, integração aos processos de trabalho, interoperabilidade, segurança e avaliação de desfechos centrados no paciente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Doenças neurodegenerativas. Doença de Parkinson. Doença de Alzheimer. Inteligência artificial. Aprendizado de máquina. Internet das coisas.

***ABSTRACT***

*Background: Digital technologies applied to neurodegenerative diseases (NDs) differ in data sources, healthcare purposes, and proximity to clinical practice. Objective: To critically synthesize the applications of digital technologies in NDs, focusing on Parkinson's disease (PD) and complementary evidence on Alzheimer's disease (AD), while examining contributions, limitations, and implications for care. Methods: Narrative review with a structured, intentional, and selective search conducted in May 2026 in PubMed, Scopus, Web of Science, and the Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), covering studies from 2021 to 2025.*

[1] Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Mestrando em Desenvolvimento Local, com atuação acadêmica em Desenvolvimento Local e pesquisa em tecnologias digitais aplicadas à saúde.
[2] Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Doutor em Desenvolvimento Local, com atuação acadêmica na área de Desenvolvimento Local.
[3] Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Pós-Doutora em Direito Constitucional, com atuação acadêmica na área de Direito Constitucional.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

*Twenty empirical studies comprised the corpus and underwent thematic synthesis and critical narrative analysis. Results: Studies on PD and applications involving neuroimaging, voice, gait, movement, electroencephalography, and other biological indicators predominated. Diagnosis and early detection were the most frequent purposes, whereas treatment, rehabilitation, personalization, and decision support were less represented. Remote monitoring was identified as a recurrent theme. Computational models, secondary datasets, prototypes, and preliminary evaluations predominated. Conclusion: Digital technologies may contribute to measurement, monitoring, and decision support, but isolated performance of algorithms and AI systems did not demonstrate clinical benefit. Clinical incorporation requires external validation, workflow integration, interoperability, security, and evaluation of patient-centered outcomes.*

***KEYWORDS:*** *Neurodegenerative diseases. Parkinson disease. Alzheimer disease. Artificial intelligence. Machine learning. Internet of things.*

***RESUMEN***

*Contexto: Las tecnologías digitales aplicadas a las enfermedades neurodegenerativas (ENs) difieren en las fuentes de datos, las finalidades asistenciales y el grado de aproximación a la práctica clínica. Objetivo: Sintetizar críticamente las aplicaciones de tecnologías digitales en las ENs, con énfasis en la enfermedad de Parkinson (EP) y evidencia complementaria sobre la enfermedad de Alzheimer (EA), examinando contribuciones, limitaciones e implicaciones asistenciales. Métodos: Revisión narrativa con búsqueda intencional, selectiva y estructurada, realizada en mayo de 2026 en PubMed, Scopus, Web of Science y Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), abarcando estudios de 2021 a 2025. Veinte estudios empíricos conformaron el corpus y fueron sometidos a síntesis temática y análisis crítico narrativo. Resultados: Predominaron los estudios sobre EP y las aplicaciones en neuroimagen, voz, marcha, movimiento, electroencefalografía y otros indicadores biológicos. El diagnóstico y la detección precoz fueron las finalidades más frecuentes, mientras que el tratamiento, la rehabilitación, la personalización y el apoyo a la toma de decisiones estuvieron menos representados. El monitoreo remoto fue identificado como tema recurrente. Predominaron los modelos computacionales, las bases de datos secundarias, los prototipos y las evaluaciones preliminares. Conclusión: Las tecnologías digitales pueden contribuir a ampliar la medición, el monitoreo y el apoyo a la toma de decisiones, pero el desempeño aislado de algoritmos y sistemas de IA no demostró beneficio clínico. La incorporación asistencial requiere validación externa, integración en los procesos de trabajo, interoperabilidad, seguridad y evaluación de resultados centrados en el paciente.*

***PALABRAS CLAVE:*** *Enfermedades neurodegenerativas. Enfermedad de Parkinson. Enfermedad de Alzheimer. Inteligencia artificial. Aprendizaje automático. Internet de las cosas.*

## INTRODUÇÃO

As doenças neurodegenerativas (DNs) constituem um grupo heterogêneo de condições crônicas associadas a comprometimento progressivo de funções neurológicas e a desafios para diagnóstico, acompanhamento e manejo terapêutico. Entre elas, a doença de Parkinson (DP) constituiu o foco principal desta revisão por apresentar manifestações motoras e não motoras que exigem avaliação longitudinal. A doença de Alzheimer (DA) foi considerada de forma complementar, permitindo a inclusão de evidências sobre aplicações digitais relacionadas à



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

identificação, ao acompanhamento e à tomada de decisão (LAMPTEY *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2024; CHAUDHARY; CHAUDHARY; RAWAT, 2025).

A transformação digital em saúde envolve a incorporação de recursos para adquirir, processar, compartilhar e utilizar dados clínicos em atividades de avaliação, acompanhamento e decisão (STOUMPOS; KITSIOS; TALIAS, 2023). Nesta revisão, "tecnologias digitais" compreendeu inteligência artificial (IA), aprendizado de máquina (ML), aprendizado profundo, Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e de borda, aplicações *web*, realidade mista, dispositivos vestíveis e outras soluções computacionais empregadas na aquisição, no processamento ou na interpretação de dados relacionados ao cuidado.

As referências de revisão utilizadas para contextualizar as DNs concentram-se na descrição das condições, de seu manejo terapêutico ou de sua carga clínica (LAMPTEY *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2024; CHAUDHARY; CHAUDHARY; RAWAT, 2025). No recorte adotado nesta pesquisa, permaneceu a necessidade de relacionar, em uma mesma síntese, a finalidade assistencial das tecnologias digitais, o tipo de dado empregado e o grau de aproximação com o uso clínico. A literatura identificada apresenta heterogeneidade quanto às condições investigadas, fontes de dados, desenhos dos estudos, tamanhos amostrais e finalidades tecnológicas. Além disso, métricas de desempenho computacional não equivalem, por si, a validação externa, utilidade clínica ou impacto assistencial.

Essa lacuna orientou a presente revisão narrativa, cujo objetivo foi sintetizar criticamente as aplicações das tecnologias digitais em DNs, com foco na DP e inclusão complementar de estudos sobre DA recuperados pela estratégia adotada. A pergunta orientadora foi: "Como as tecnologias digitais vêm sendo aplicadas ao diagnóstico e ao cuidado das DNs, particularmente da DP, e quais contribuições, limitações e implicações assistenciais são identificadas nos estudos analisados?"

## 1. REFERENCIAL TEÓRICO

### DNs e delimitação do estudo

As DNs abrangem condições com trajetórias clínicas, manifestações e necessidades assistenciais distintas. A DP foi definida como condição central da revisão, enquanto a DA foi mantida como condição complementar para permitir comparação de aplicações digitais em outro contexto neurodegenerativo (LAMPTEY *et al.*, 2022; SANTOS *et al.*, 2024; CHAUDHARY; CHAUDHARY; RAWAT, 2025).



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Essa delimitação não pressupõe equivalência entre DP e DA. A interpretação considerou a condição investigada, o desenho dos estudos, a fonte de dados e a finalidade assistencial, evitando extrapolar resultados de uma doença para outra.

**Transformação digital em saúde e tecnologias digitais**

A transformação digital em saúde foi tratada como a incorporação de recursos digitais aos processos de produção, circulação e uso de informações clínicas, com repercussões sobre avaliação, acompanhamento e tomada de decisão (STOUMPOS; KITSIOS; TALIAS, 2023). A análise concentrou-se na relação entre o recurso tecnológico e a etapa do cuidado em que foi empregado.

O termo “tecnologias digitais” foi utilizado de forma operacional para abranger IA, ML, aprendizado profundo, IoT, computação em nuvem e de borda, aplicações *web*, realidade mista e dispositivos vestíveis. A classificação adotada considerou a função da tecnologia no cuidado, e não apenas sua arquitetura computacional.

**Dados clínicos e indicadores biológicos digitais**

Para fins analíticos, os dados examinados foram separados em dados clínicos digitalizados e indicadores biológicos digitais. O primeiro grupo incluiu registros e exames convertidos em formato processável por sistemas computacionais; o segundo incluiu sinais ou medidas produzidos por voz, marcha, movimento, eletroencefalografia, dispositivos vestíveis e outras formas de aquisição digital.

A fonte de dados foi distinguida da finalidade assistencial. Um mesmo tipo de dado pode ser utilizado para classificação diagnóstica, monitoramento, ajuste terapêutico ou apoio à decisão. Essa distinção permitiu comparar os estudos sem atribuir à tecnologia uma função clínica que não tivesse sido avaliada no desenho original.

**Validação e incorporação clínica**

A interpretação do *corpus* distinguiu cinco níveis analíticos: desempenho técnico, validação interna, validação externa, utilidade clínica e implementação. Desempenho técnico refere-se ao comportamento do modelo ou dispositivo na tarefa avaliada; validação interna, à avaliação no mesmo contexto de desenvolvimento ou em partições da mesma base; validação externa, ao teste em dados, populações ou serviços independentes; utilidade clínica, à contribuição para avaliação ou decisão; e implementação, à integração aos processos de trabalho, interoperabilidade, segurança, aceitabilidade e requisitos de recursos. O impacto



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

assistencial foi considerado separadamente, quando o estudo avaliou desfechos relacionados ao paciente ou ao cuidado. Essas categorias foram empregadas para interpretação narrativa e não constituíram graduação formal da força da evidência.

## 2. METODOLOGIA

Trata-se de revisão narrativa da literatura orientada pelo referencial metodológico de Green, Johnson e Adams (2006), com busca estruturada, critérios explícitos de elegibilidade e síntese temática. Os procedimentos de busca, seleção e apreciação crítica foram adotados para aumentar a transparência e a rastreabilidade do *corpus*, sem pretensão de constituir revisão sistemática, realizar síntese quantitativa, esgotar a literatura ou estabelecer graduação formal da qualidade ou da força das evidências.

As buscas foram realizadas em maio de 2026 nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), considerando estudos publicados de 2021 a 2025. As estratégias combinaram termos referentes às DNs e à DP, às tecnologias digitais, ao diagnóstico e tratamento e à assistência em saúde. A DP constituiu o foco específico da busca; estudos sobre DA foram incluídos quando recuperados pelos termos abrangentes relacionados às DNs e, portanto, foram tratados como complementares, sem pretensão de levantamento específico ou exaustivo dessa condição. Foram elegíveis estudos completos em inglês ou português, de pesquisa empírica, sobre tecnologias destinadas ou relacionadas ao cuidado de adultos com DNs. Foram excluídos estudos com animais, editoriais, artigos de opinião, manuais, estudos secundários e investigações laboratoriais sem aplicação assistencial direta.

**Tabela 1.** Estratégias de busca utilizadas

| Base | Estratégia de busca |
|---|---|
| PubMed | (*"neurodegenerative diseases"* OR *"neurodegenerative disorders"* OR *"parkinson disease"* OR *"parkinson's disease"* OR *parkinson*) AND ((*technology* OR *technologies* OR *"digital health"*) AND (*diagnosis* OR *diagnostic* OR *therapeutics* OR *treatment* OR *therapy*)) AND (*"delivery of health care"* OR *"health care"* OR *healthcare* OR *"health services"* OR *"patient care"*) |
| Scopus | *TITLE-ABS-KEY* ( (*"neurodegenerative diseases"* OR *"neurodegenerative disorders"* OR *"parkinson disease"* OR *"parkinson's disease"* OR *parkinson* OR "doenças neurodegenerativas" OR "doença de parkinson") AND ((*technology* OR *technologies* OR *"digital health"* OR tecnologia OR tecnologias OR "saúde digital") AND (*diagnosis* OR *diagnostic* OR *therapeutics* OR *treatment* OR *therapy* OR diagnóstico OR tratamento OR terapêutica)) AND (*"delivery of health care"* OR *"health care"* OR *healthcare* OR *"health services"* OR *"patient care"* OR "assistência em saúde" OR "cuidados de saúde") ) |



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

| Base | Estratégia de busca |
|---|---|
| Web of Science | *TS*=((*"neurodegenerative diseases"* OR *"neurodegenerative disorders"* OR *"parkinson disease"* OR *"parkinson's disease"* OR *parkinson* OR "doenças neurodegenerativas" OR "doença de parkinson") AND ((*technology* OR *technologies* OR *"digital health"* OR tecnologia OR tecnologias OR "saúde digital") AND (*diagnosis* OR *diagnostic* OR *therapeutics* OR *treatment* OR *therapy* OR diagnóstico OR tratamento OR terapêutica)) AND (*"delivery of health care"* OR *"health care"* OR *healthcare* OR *"health services"* OR *"patient care"* OR "assistência em saúde" OR "cuidados de saúde")) |
| BVS | *tw*:((*"neurodegenerative diseases"* OR *"parkinson disease"* OR *parkinson* OR "doenças neurodegenerativas" OR "doença de parkinson") AND ((*technology* OR *technologies* OR *"digital health"* OR tecnologia OR tecnologias OR "saúde digital") AND (*diagnosis* OR *diagnostic* OR *therapeutics* OR *treatment* OR *therapy* OR diagnóstico OR tratamento OR terapêutica)) AND (*"delivery of health care"* OR *"health care"* OR *healthcare* OR "assistência em saúde" OR "cuidados de saúde")) |

Fonte: elaboração própria.
Nota: A seleção terminológica das estratégias de busca foi orientada pela consulta a vocabulários controlados e complementada por termos livres. As estratégias apresentadas correspondem às buscas efetivamente executadas em cada base. Na PubMed, a estratégia executada não utilizou etiquetas de campo nem sintaxe específica de MeSH.

**Tabela 2.** Publicações excluídas

| Autores | DOI | Motivo |
|---|---|---|
| Gheorghe-Moisii, M. and Gheorghe, C.-G. and Soviany, S. | 10.33436/v34i1y202409 | Artigos teóricos, conceituais ou de opinião/*viewpoint* |
| Bagrodia, V. and Holla, V.V. and Kamble, N.L. and Pal, P.K. and Yadav, R. | 10.4103/aian.aian_653_22 | Artigos teóricos, conceituais ou de opinião/*viewpoint* |
| Jia, Y.-L. and Li, X.-Q. and Chen, H.-Y. and Zhao, W. and Xu, J.-J. | 10.1016/j.snb.2023.134591 | Estudos laboratoriais, *in vitro* ou de ciência básica, sem aplicação assistencial direta |
| Zhao, X. and Li, Y. and Wang, Q. and Luo, M. and Zhou, Y. and Guo, Z. and Wu, X. | 10.1016/j.snb.2023.134969 | Estudos laboratoriais, *in vitro* ou de ciência básica, sem aplicação assistencial direta |
| Moreau, C. and Rouaud, T. and Grabli, D. and Benatru, I. and Remy, P. and Marques, A.-R. and Drapier, S. and Mariani, L.-L. and Roze, E. and Devos, D. and Dupont, G. and Bereau, M. and Fabbri, M. | 10.1038/s41531-023-00585-y | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Alfalahi, Hessa and Dias, Sofia B and Khandoker, Ahsan H and Chaudhuri, Kallol Ray and Hadjileontiadis, Leontios J | 10.1038/s41531-023-00494-0 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Galal, A. and Moustafa, A. and Salama, M. | 10.1016/j.neuroscience.2025.03.036 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

| Autores | DOI | Motivo |
|---|---|---|
| Diakou, I. and Papakonstantinou, E. and Papageorgiou, L. and Pierouli, K. and Dragoumani, K. and Spandidos, D.A. and Bacopoulou, F. and Chrousos, G.P. and Goulielmos, G.N. and Eliopoulos, E. and Vlachakis, D. | 10.3892/br.2022.1579 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Santa Cruz, BG and Husch, A and Hertel, F | 10.3389/fnagi.2023.1216163 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Salvi, S. and Garg, L. and Gurupur, V. | 10.3390/s25175252 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Giannakopoulou, Konstantina-Maria and Roussaki, Ioanna and Demestichas, Konstantinos | 10.3390/s22051799 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Mughal, H. and Javed, A.R. and Rizwan, M. and Almadhor, A.S. and Kryvinska, N. | 10.1109/ACCESS.2022.3162844 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Amadiaz, Y. and Alfonso-Lizarazo, E. and Nait Sidi Moh, A. | 10.1016/j.array.2025.100575 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Bhidayasiri, Roongroj and Udomsirithamrong, Ornanong and de Leon, Adrian and Maetzler, Walter and Pilotto, Andrea | 10.1016/j.parkreldis.2024.107052 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Rafieezadeh, Diana and Sabeti, Golkamand and Khalaji, Amirreza and Mohammadi, Hossein | 10.62347/QHVI3317 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Zhao, Q. and Xu, H. and Li, J. and Rajput, F.A. and Qiao, L. | 10.26599/TST.2023.9010037 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Matlyuba Jakhonkulovna, S. and Bahodirova Kamolovna, G. and Zokirov, M. and Umida Tajimuratovna, B. and Yumashev, A. and Shichiyakh, R. and Safarova, N.I. and Nargiza Nusratovna, A. and Esanmuradova, N. and Muyassar Karimbaevna, T. and Lazizakhon, A. and Ishankulov, A. | 10.1016/j.cca.2025.120278 | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |
| Parekh, N. and Bhagat, A. and Raj, B. and Chhabra, R.S. and Buttar, H.S. and Kaur, G. and Ramniwas, S. and Tuli, H.S. | 10.1186/s43088-023-00427-z | Revisões/estudos secundários, sem pesquisa empírica primária |

Fonte: elaboração própria.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

**Tabela 3.** Publicações não recuperadas

| Autores | DOI/URL |
|---|---|
| Santhoshkumar, SP and Beaulah, HL and Alqahtani, AS and Parthasarathy, P and Mubarakali, A | 10.1111/coin.12508 |
| Zheng, T. and Xie, X. and Peng, X. and Chen, H. and Tian, F. | 10.1007/978-981-96-1151-5_21 |
| Elarid, A. and Nassreddine, G. and Nassereddine, M. and Al-Khatib, O. | 10.1007/978-3-031-81372-6_5 |
| Rehman, N. and Anwar, A. and Zaidi, S. | 10.1201/9781003520344-23 |
| Intas, G. and Platis, C. and Stergiannis, P. | 10.1007/978-3-319-75922-7_35 |
| Saradhi, M.V.V. and Mangatayi, C.S.A. and Swathi, N. and Swathi, K. | https://www.scopus.com/pages/publications/105014301058?origin=resultslist |
| Enamorado-Díaz, E. and García-García, J.A. | 10.5220/0010651900003058 |
| Chauhan, R. and Mehta, K. and Alankar, B. and Kaur, H. | 10.1007/978-3-031-47055-4_8 |
| Ayus, I. and Azad, C. | 10.1201/9781032661025-5 |
| Bougea, A. | 10.1080/14737175.2025.2580468 |
| Chandra, P. and Sharma, H. and Sachan, N. and Gautam, M.K. | 10.2174/0126661454386874250711102028 |
| Baucum, M. and Khojandi, A. and Vasudevan, R. and Ramdhani, R. | 10.1287/mnsc.2023.4747 |
| Anand, E.M. and Narendra, M. and Vuyyuru, A. and Annapoorna, S. and Jani Anbarasi, L. | 10.1007/978-981-96-3652-5_6 |
| Georgiadou, E. and Bougias, H. and Leandrou, S. and Stogiannos, N. | 10.1007/978-3-031-31982-2_34 |
| Manubolu, K. and Peeriga, R. | 10.2174/0118746098375978250820220024 |
| Srivastava, V. and Singh, R.K. | 10.1063/5.0248504 |

Fonte: elaboração própria.

Os arquivos obtidos diretamente nos sites das bases de dados após a pesquisa inicial foram armazenados no repositório digital de acesso aberto Zenodo, em https://doi.org/10.5281/zenodo.22134880, e os registros foram importados para a plataforma Rayyan para organização e deduplicação. Na deduplicação, exclusivamente, foi utilizada a função “Auto-Resolver”, com “Porcentagem de Similaridade Geral” de 95%. O procedimento ocorreu sob supervisão do pesquisador responsável, que acompanhou a aplicação da regra e a consolidação das exclusões de registros considerados duplicados.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Após a deduplicação, a triagem de títulos e resumos e a avaliação dos textos completos foram realizadas por um único revisor humano, mediante os critérios de elegibilidade previamente definidos. As decisões de inclusão e exclusão foram registradas ao longo do processo. A realização da triagem e da avaliação integral por um único revisor foi considerada limitação metodológica da revisão.

Dos estudos incluídos, foram extraídas as seguintes informações: autor e ano; condição neurodegenerativa e dado principal; desenho e amostra; e aplicação tecnológica. Esses campos compuseram a Tabela 4 e subsidiaram a síntese temática. Três eixos analíticos correspondiam a finalidades previstas no protocolo narrativo: diagnóstico e detecção precoce; tratamento, reabilitação e personalização; e suporte à decisão e organização do cuidado. O monitoramento e a avaliação remota constituíram um quarto eixo identificado durante a leitura e a codificação do *corpus*. A caracterização geográfica utilizou os países das afiliações institucionais dos autores, e não os locais de recrutamento. Não foi aplicado instrumento formal de risco de viés nem escore de qualidade metodológica. A apreciação crítica considerou desenho, amostra, fonte de dados, finalidade tecnológica, resultados apresentados, alcance das inferências, convergências, divergências e limitações.

Na etapa de extração, o NotebookLM (Google) foi utilizado como ferramenta auxiliar para leitura dos textos completos e identificação inicial das seguintes variáveis analíticas: fatores que interferem positiva e negativamente na contribuição das tecnologias para o diagnóstico e o tratamento; sugestões para aprimoramento das tecnologias; dispositivos e estratégias para o desenvolvimento das tecnologias; necessidades de pesquisa; e considerações importantes para pesquisas futuras. Após a extração inicial, todas as variáveis identificadas foram conferidas pelo pesquisador responsável diretamente nos textos completos previamente baixados. A triagem e as decisões de elegibilidade permaneceram sob responsabilidade do revisor humano. As informações conferidas e, quando necessário, corrigidas foram utilizadas na síntese temática e na análise crítica narrativa. Não foi realizada extração independente em duplicata nem mensuração formal de concordância entre a extração auxiliada pela ferramenta e a conferência humana; essa característica foi considerada na interpretação das limitações do estudo.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As buscas identificaram 1.761 registros (PubMed, 441; Scopus, 745; Web of Science, 223; BVS, 352), com maior recuperação na Scopus. Na plataforma Rayyan, 659 (37,4%) registros foram sinalizados como possíveis duplicatas. Após a deduplicação, 393 registros



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

(22,3%) foram removidos, permanecendo 1.368 (77,6%) para triagem. Nessa etapa, 1.314 registros (74,6%) foram excluídos após avaliação de títulos e resumos, e 54 (3,0%) seguiram para recuperação do texto completo. Dezesseis (0,9%) textos completos não foram recuperados. Assim, 38 estudos (2,1%) foram avaliados integralmente e 18 (1,0%) excluídos: 14 estudos secundários, dois teóricos, conceituais ou de opinião e dois laboratoriais sem aplicação assistencial direta. Ao final, 20 estudos (1,1%) compuseram o *corpus* desta revisão narrativa, conforme a Tabela 4.

A análise do *corpus* foi organizada em três eixos definidos nos métodos. Um quarto eixo, monitoramento e avaliação remota, foi identificado durante a leitura e a codificação e não correspondeu a bloco específico da estratégia de busca. Esse eixo deve ser interpretado como categoria temática do *corpus*, e não como resultado de mapeamento exaustivo da literatura.

**Tabela 4**. Caracterização dos estudos que compuseram o *corpus* da revisão narrativa

| Cód. | Autor/ano | Condição e dado principal | Desenho/amostra | Aplicação tecnológica |
|---|---|---|---|---|
| E1 | Asokan; Seshadri, 2023 | DP e DA; MRI (PPMI/ADNI) | Modelo computacional experimental; 3.433 exames/indivíduos | HSF-CNN e Grad-CAM para segmentação, classificação e diagnóstico precoce. |
| E2 | Chen; Lin, 2022 | DP; sinais Wi-Fi/tremor | Experimento com 1 participante simulando tremor | CNN para reconhecer, classificar e quantificar tremor de repouso. |
| E3 | Cuartas *et al.*, 2024 | DNs; EEG portátil | Desenvolvimento participativo misto; 10 participantes + testes de validação | Plataforma BrainView para aquisição, processamento e armazenamento de EEG. |
| E4 | Hamzehei *et al.*, 2023 | DP; voz e dados clínicos | Modelagem preditiva; 5.876 registros | ML e nuvem para predição da UPDRS e monitoramento da evolução. |
| E5 | Jayashree; Vanitha, 2025 | DP; características vocais | Modelo híbrido; 255 registros | ML/aprendizado profundo em plataforma *web* para previsão precoce e apoio à decisão. |
| E6 | Jafna Juliet *et al.*, 2025 | DP; dados multivariados/voz | Análise preditiva; 31 pacientes + dados vocais adicionais | Naive Bayes e regressão logística para detecção precoce. |



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

| Cód. | Autor/ano | Condição e dado principal | Desenho/amostra | Aplicação tecnológica |
|---|---|---|---|---|
| E7 | Kapoor *et al.*, 2021 | DA; dados ADNI-TADPOLE | Predição/classificação; 12.741 participantes | ML para classificação de estágios e identificação de biomarcadores. |
| E8 | Kaur, C. *et al.*, 2023 | DA; MRI | Modelagem preditiva; 10.000 imagens | Random Forest para diagnóstico precoce não invasivo. |
| E9 | Kaur, G. *et al.*, 2024 | DA; MRI | CNN; 6.400 imagens | Classificação em quatro categorias diagnósticas. |
| E10 | Khan *et al.*, 2025 | DP; acelerômetros/FOG | Arquitetura computacional; dados de 10 pacientes | Computação de borda, IoT e IA para monitoramento e decisão em tempo real. |
| E11 | Lei; Li, 2024 | DP/tremores; função manual | Avaliação qualitativa preliminar | Realidade mista, IA e retorno háptico para reabilitação da destreza. |
| E12 | Mehra; Mittal, 2022 | DP; marcha | Modelo ML; 166 indivíduos | ML em ambiente IoT para diagnóstico precoce por características da marcha. |
| E13 | Nair *et al.*, 2024 | DA; MRI estrutural/funcional e PET | Modelagem preditiva computacional | ML/aprendizado profundo para prever início da DA e identificar indivíduos em risco. |
| E14 | Paruchuri, 2022 | DP; dados multimodais | Aplicativo *web*; dados sintéticos validados a partir de 7 bases | ML para diagnóstico remoto e perfil de gravidade. |
| E15 | Pragadeeswaran; Kannimuthu, 2024 | DP; espirais desenhadas | Modelo de aprendizado profundo/IoT | CosineDCNN para detecção precoce e classificação de gravidade. |
| E16 | Rahat *et al.*, 2024 | DA; MRI | Comparação de modelos; ~12.000 imagens | Aprendizado profundo para predição/classificação de gravidade. |
| E17 | Saleh *et al.*, 2024 | DP; voz/fala | Exploratório; 195 amostras de 31 participantes | IAoT para pré-diagnóstico e suporte à decisão local ou remoto. |



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

| Cód. | Autor/ano | Condição e dado principal | Desenho/amostra | Aplicação tecnológica |
|---|---|---|---|---|
| E18 | Shetty *et al.*, 2024 | DP; sinais de voz | Modelagem; 195 medições de 31 indivíduos | ML e análise de dados para identificação da DP. |
| E19 | Stępień *et al.*, 2025 | DP; voz e texto | Protótipo; 57 participantes | Sistema de realidade mista/ML para detecção e classificação multimodal. |
| E20 | Thankathuraipandian *et al.*, 2024 | DP; PROs e dispositivos vestíveis/DBS | Viabilidade em contexto de ensaio multicêntrico; 67 pacientes | Monitoramento terapêutico remoto para individualização da DBS. |

Fonte: elaboração própria.

Nota: DA = doença de Alzheimer; MRI = ressonância magnética (*magnetic resonance imaging*); PPMI = Parkinson's Progression Markers Initiative; ADNI = Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative; HSF-CNN = Hierarchical Spatial Feature-CNN; Grad-CAM = Gradient-weighted Class Activation Mapping; CNN = rede neural convolucional (*convolutional neural network*); EEG = eletroencefalografia; UPDRS = Unified Parkinson's Disease Rating Scale; TADPOLE = The Alzheimer's Disease Prediction Of Longitudinal Evolution; FOG = congelamento da marcha (*freezing of gait*); PET = tomografia por emissão de pósitrons (positron emission tomography); CosineDCNN = *cosine deep convolutional neural network*; IAoT/AIoT = integração de inteligência artificial e Internet das Coisas; PROs = desfechos relatados pelos pacientes (*patient-reported outcomes*); DBS = estimulação cerebral profunda (*deep brain stimulation*). As siglas DP, DNs, IA, ML e IoT foram definidas previamente no texto.

**Panorama e heterogeneidade do *corpus***

O *corpus* concentrou-se em DP: 12 dos 20 estudos investigaram exclusivamente DP, cinco DA, um incluiu ambas, um abordou DNs de forma ampla e um avaliou distúrbios do movimento incluindo pacientes com DP, sem exclusividade. O ano de 2024 concentrou o maior número de estudos. A distribuição geográfica, estimada pelas afiliações institucionais dos autores, mostrou 11 estudos com instituições da Índia, três dos Estados Unidos, dois da Arábia Saudita e dois da China; predominaram afiliações asiáticas. Também foi maior a presença de estudos de engenharia, ciência de dados e desenvolvimento computacional do que de investigações integradas a trajetórias clínicas.

As amostras variaram de um participante que simulou tremor de repouso a grandes bases com exames ou registros clínicos. Coexistiram protótipos, modelagem preditiva, desenvolvimento participativo, avaliações preliminares e estudo de viabilidade em contexto de ensaio clínico. A variação de amostras e desenhos limitou comparações diretas: parte dos estudos avaliou classificação de dados; outros testaram dispositivos ou infraestrutura; poucos examinaram integração ao cuidado em condições clínicas reais.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

**Diagnóstico e detecção precoce**

O diagnóstico e a detecção precoce constituíram o eixo com maior número de aplicações. IA, ML e aprendizado profundo foram combinados a diferentes indicadores biológicos digitais. Na neuroimagem, redes neurais convolucionais, Random Forest e outras arquiteturas foram aplicadas a ressonância magnética e dados multimodais para distinguir condições, estágios ou gravidade em DP e DA, principalmente para extração automatizada de características, classificação e reconhecimento de padrões (KAPOOR *et al.*, 2021; ASOKAN; SESHADRI, 2023; KAUR, C. *et al.*, 2023; KAUR, G. *et al.*, 2024; NAIR *et al.*, 2024; RAHAT *et al.*, 2024).

Na DP, indicadores biológicos digitais também incluíram voz, marcha e desenho. Modelos preditivos utilizaram características acústicas para identificação precoce ou apoio ao pré-diagnóstico (SALEH *et al.*, 2024; SHETTY *et al.*, 2024; JAFNA JULIET *et al.*, 2025; JAYASHREE; VANITHA, 2025), enquanto a análise da marcha em ambiente IoT distinguiu participantes com e sem DP (MEHRA; MITTAL, 2022). Imagens de espirais desenhadas à mão foram utilizadas em uma arquitetura de aprendizado profundo para detecção e classificação de gravidade (PRAGADEESWARAN; KANNIMUTHU, 2024). Stępień *et al.* (2025) combinaram voz e texto em um protótipo de realidade mista.

Apesar da heterogeneidade, os estudos desse eixo convergiram no uso de técnicas computacionais para converter sinais clínicos e indicadores biológicos em variáveis passíveis de classificação automatizada. Divergiram quanto ao tipo de dado, tamanho amostral, arquitetura computacional e proximidade com a prática clínica. Muitos resultados foram obtidos em bases secundárias, conjuntos selecionados ou procedimentos de validação no próprio contexto de desenvolvimento. Esse desenho informa desempenho técnico, mas não substitui validação externa em populações e serviços independentes, nem demonstra superioridade sobre a avaliação clínica convencional.

**Monitoramento e avaliação remota**

Entre os estudos agrupados nesse eixo, Chen e Lin (2022) exploraram sinais Wi-Fi para reconhecer e quantificar tremor de repouso; Cuartas *et al.* (2024) desenvolveram a plataforma “BrainView” para aquisição, processamento e armazenamento de EEG portátil; e Hamzehei *et al.* (2023) aplicaram ML a registros de telemonitoramento e características vocais para predizer a pontuação total da UPDRS, integrando computação em nuvem.

Essas propostas produziram dados fora da consulta convencional e permitiram acompanhamento longitudinal. O estágio de desenvolvimento foi desigual: Chen e Lin (2022)



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

estudaram um indivíduo simulando tremor; a BrainView resultou de desenvolvimento participativo com pequeno grupo e testes de validação; e Hamzehei *et al.* (2023) utilizaram grande quantidade de registros em desenho preditivo baseado em conjunto de dados. A convergência do *corpus* está na produção de dados longitudinais, enquanto a divergência principal reside no nível de maturidade das soluções. Os estudos sustentam viabilidade técnica, mas não permitem inferir efetividade clínica, segurança ou impacto assistencial em escala sem validação externa e avaliação prospectiva em ambientes de cuidado.

**Tratamento, reabilitação e personalização**

As aplicações terapêuticas e de reabilitação foram menos numerosas. Lei e Li (2024) avaliaram preliminarmente a realidade mista, IA e retorno háptico para aprimorar a habilidade manual em pacientes geriátricos com distúrbios do movimento. Thankathuraipandian *et al.* (2024), em estudo de viabilidade inserido em ensaio multicêntrico, desenvolveram plataforma de monitoramento terapêutico remoto para candidatos à estimulação cerebral profunda, integrando desfechos relatados pelos pacientes e dados de dispositivos vestíveis.

Nos dois estudos, a tecnologia participou da intervenção ou do ajuste terapêutico, combinando interação do usuário, dados contínuos e adaptação da assistência. A pequena quantidade de estudos e o caráter preliminar impedem comparação robusta entre modalidades terapêuticas e limitam inferências sobre efetividade. Esses resultados informam aplicabilidade inicial e integração tecnológica, não superioridade terapêutica. Avaliações posteriores devem considerar benefício clínico, adesão, segurança, carga de uso e desempenho em períodos mais longos.

**Suporte à decisão e organização do cuidado**

O suporte à decisão e a organização do cuidado estiveram presentes em estudos que enfatizaram infraestrutura computacional, conectividade e acesso remoto. Khan *et al.* (2025) propuseram arquitetura baseada em computação de borda, IoT e IA para dados de acelerômetros e apoio à decisão em tempo real. Paruchuri (2022) desenvolveu plataforma *web* para diagnóstico remoto e perfil de gravidade da DP com fusão multimodal. Saleh *et al.* (2024) combinaram IA e IoT em sistema embarcado ou remoto para pré-diagnóstico por alterações de voz e fala.

Essas arquiteturas indicaram que a aplicação clínica dependia da captura, transmissão, processamento e apresentação dos dados, e não apenas do algoritmo. A computação de borda pode reduzir latência, plataformas *web* podem ampliar acesso e sistemas embarcados podem



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

descentralizar parte da avaliação. O *corpus*, contudo, ofereceu informação limitada sobre interoperabilidade com prontuários, segurança operacional em escala, custos, treinamento e efeitos sobre fluxos reais de trabalho. A utilidade clínica de tecnologias de suporte à decisão depende, portanto, do sistema sociotécnico em que são inseridas. A transição do protótipo ao serviço assistencial exige avaliação tecnológica, organizacional e clínica integrada.

**Síntese crítica: convergências, limites e implicações**

A análise conjunta do *corpus* mostrou que desempenho técnico, validade externa, utilidade clínica, impacto assistencial e implementação representam etapas distintas de avaliação. Resultados favoráveis de classificação, predição ou monitoramento, quando obtidos na própria base de desenvolvimento ou em bases secundárias, informam desempenho técnico e validação interna. A validade externa requer desempenho consistente em dados, populações ou serviços independentes. A utilidade clínica exige demonstrar contribuição para avaliação ou decisão, enquanto o impacto assistencial depende de efeitos sobre desfechos relacionados ao paciente ou ao cuidado. A implementação acrescenta requisitos de integração aos processos de trabalho, interoperabilidade, segurança, aceitabilidade e recursos.

A maior parte do *corpus* permaneceu nas etapas de desenvolvimento técnico ou avaliação preliminar. Amostras pequenas, participantes únicos, bases retrospectivas, dados públicos ou conjuntos selecionados reduzem a possibilidade de transferir diretamente as métricas de desempenho para populações assistenciais distintas. A representatividade das bases de treinamento também interfere na generalização: a concentração geográfica das afiliações e a variedade limitada de contextos clínicos indicam necessidade de validação em populações, instituições e sistemas de saúde diferentes.

A distribuição geográfica concentrou-se em países asiáticos, especialmente na Índia, e não houve estudo com afiliação institucional brasileira no *corpus*. Essa ausência não demonstra inexistência de pesquisa ou uso dessas tecnologias no Brasil; indica apenas que a busca não recuperou estudo compatível com os critérios adotados. Além da diversidade populacional, a incorporação clínica deve considerar acesso a dispositivos, conectividade, letramento digital e capacidade dos serviços de sustentar a tecnologia. Esses fatores podem produzir diferenças de acesso entre idosos, grupos com menor disponibilidade tecnológica e serviços com infraestrutura distinta.

O *corpus* também forneceu informação limitada sobre explicabilidade dos modelos, governança e compartilhamento de dados, interoperabilidade com prontuários eletrônicos, participação de pacientes e profissionais no desenvolvimento, avaliação econômica e



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

sustentabilidade. Asokan e Seshadri (2023) utilizaram Grad-CAM como recurso de interpretação de modelo, e Cuartas *et al.* (2024) relataram processo de desenvolvimento participativo; essas abordagens, porém, não foram avaliadas de forma ampla nos demais estudos. A segurança, a transparência das decisões algorítmicas e a integração aos fluxos assistenciais devem ser examinadas junto com métricas de desempenho.

Estudos futuros devem priorizar desenhos prospectivos e, quando aplicável, validação externa multicêntrica, comparação com referência clínica, diversidade populacional e desfechos centrados no paciente. Também devem avaliar interoperabilidade, proteção e governança de dados, aceitabilidade, participação de usuários no desenvolvimento, carga de uso, custos e sustentabilidade. Esse conjunto de avaliações permite distinguir desempenho técnico de utilidade clínica, impacto assistencial e implementação.

As limitações da própria revisão devem ser consideradas separadamente das limitações do *corpus*. O delineamento narrativo, o recorte de 2021 a 2025, a ausência de instrumento formal de avaliação de risco de viés ou qualidade metodológica, a triagem e avaliação integral por um único revisor, a ausência de extração independente em duplicata, o uso de ferramenta de IA na extração inicial e a não recuperação de 16 textos completos podem ter reduzido a abrangência e aumentado a suscetibilidade a decisões individuais. A busca não teve pretensão de exaustividade, e a síntese corresponde a interpretação comparativa do *corpus*, sem graduação formal da força da evidência. Essas características limitam a generalização das conclusões.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sintetizou 20 estudos sobre tecnologias digitais em DNs, com predomínio de DP e inclusão complementar de estudos sobre DA. O *corpus* abrangeu IA, ML, aprendizado profundo, IoT, computação em nuvem e de borda, realidade mista, dispositivos vestíveis e plataformas remotas aplicados a neuroimagem, voz, marcha, eletroencefalografia, movimento e outros indicadores biológicos. As aplicações concentraram-se em diagnóstico e detecção precoce, com menor representação de reabilitação, personalização terapêutica e suporte à decisão. O monitoramento e a avaliação remota foram identificados durante a análise do *corpus*.

O *corpus* reuniu mais estudos de desenvolvimento e avaliação técnica do que de efetividade clínica, com predomínio de modelos computacionais, bases secundárias e protótipos. As tecnologias analisadas podem contribuir para ampliar a mensuração, o monitoramento e o apoio à decisão, mas o desempenho isolado de algoritmos e sistemas de IA não demonstrou



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

benefício clínico. Como o monitoramento foi identificado durante a análise e não por busca específica, as conclusões sobre essa finalidade não devem ser tratadas como exaustivas.

A incorporação assistencial requer validação externa, integração aos processos de trabalho, segurança, interoperabilidade e avaliação de custos, aceitabilidade e experiência do usuário. Estudos futuros devem priorizar desenhos prospectivos e clinicamente orientados, em populações e sistemas de saúde diversos, com desfechos centrados no paciente.

**Contribuição dos autores**

Ricardo Lima Villas Boas Gomes: elaboração inicial do manuscrito e correspondência. Robério Leite de Macedo: contribuição para a concepção e o desenho do estudo, análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do manuscrito, aprovação da versão final e responsabilidade pelo trabalho. Patricia Maria Dusek: contribuição para a análise e interpretação dos dados, revisão crítica, aprovação da versão final e responsabilidade pelo trabalho.

**Conflito de interesses**

Os autores declaram não ter interesses conflitantes relevantes, sejam financeiros ou não financeiros, a declarar.

**Financiamento**

Os autores declaram que não foram recebidos fundos, subsídios ou qualquer outro tipo de apoio financeiro para a elaboração ou a realização deste estudo.

**Disponibilidade de dados**

Os materiais da revisão foram depositados em dois registros complementares no Zenodo. O registro DOI: 10.5281/zenodo.22134880 contém os arquivos obtidos nos sites das bases de dados após a pesquisa inicial. O registro DOI: 10.5281/zenodo.22135548 contém os dados exportados do Rayyan e os dados das variáveis identificadas durante a extração. Os dois depósitos correspondem a etapas distintas e complementares do processo de revisão.

**REFERÊNCIAS**

ASOKAN, Suganya; SESHADRI, Aarthy. Hierarchical Spatial Feature-CNN Employing Grad-CAM for Enhanced Segmentation and Classification in Alzheimer's and Parkinson's Disease Diagnosis via MRI. **Traitement du Signal**, [S. l.], v. 40, n. 6, p. 2769-2778, 30 dez. 2023. DOI: 10.18280/ts.400637.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

CHAUDHARY, Sameer A.; CHAUDHARY, Sapana; RAWAT, Sakshi. Understanding Parkinson's disease: current trends and its multifaceted complications. **Frontiers in Aging Neuroscience**, [S. l.], v. 17, 18 set. 2025. DOI: 10.3389/fnagi.2025.1617106. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/aging-neuroscience/articles/10.3389/fnagi.2025.1617106/full. Acesso em: 27 abr. 2026.

CHEN, Shih-Yuan; LIN, Chi-Lun. Subtle Motion Detection Using Wi-Fi for Hand Rest Tremor in Parkinson's Disease. In: 2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), 2022, Glasgow, Scotland, United Kingdom. **2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)**. Glasgow, Scotland, United Kingdom: IEEE, 11 jul. 2022. p. 1774-1777. DOI: 10.1109/EMBC48229.2022.9871540. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9871540/. Acesso em: 8 maio 2026.

CUARTAS, Santiago González *et al.* BrainView: A Novel Platform for Acquisition, Processing, and Warehouse of EEG Signals from a Portable Device. In: 2024 3rd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CIIBBI), 2024, Cali, Colombia. **2024 3rd International Congress of Biomedical Engineering and Bioengineering (CIIBBI)**. Cali, Colombia: IEEE, 6 nov. 2024. p. 1-5. DOI: 10.1109/CIIBBI63846.2024.10784751. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10784751/. Acesso em: 18 maio 2026.

GREEN, Bart N.; JOHNSON, Claire D.; ADAMS, Alan. Writing narrative literature reviews for peer-reviewed journals: secrets of the trade. **Journal of Chiropractic Medicine**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 101-117, 2006. DOI: 10.1016/S0899-3467(07)60142-6.

HAMZEHEI, Sahand *et al.* Predicting the total Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) based on ML techniques and cloud-based update. **Journal of Cloud Computing**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 12, 21 jan. 2023. DOI: 10.1186/s13677-022-00388-1.

JAFNA JULIET, S. Jeyantha *et al.* Predictive models for early detection of Parkinson's disease: a machine learning approach. **Journal of Mechanics of Continua and Mathematical Sciences**, [S. l.], v. 20, n. 4, 18 abr. 2025. DOI: 10.26782/jmcms.2025.04.00009. Disponível em: https://www.journalimcms.org/journal/predictive-models-for-early-detection-of-parkinsons-disease-a-machine-learning-approach/. Acesso em: 18 maio 2026.

JAYASHREE, R.; VANITHA, S. Enhanced Parkinson Disease Prediction with Hybrid Machine Learning and Deep Learning Techniques. In: 2025 1st International Conference on Data Science and Intelligent Network Computing (ICDSINC), 2025, Raipur, India. **2025 1st International Conference on Data Science and Intelligent Network Computing (ICDSINC)**. Raipur, India: IEEE, 9 dez. 2025. p. 1-6. DOI: 10.1109/ICDSINC66221.2025.11448264. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/11448264/. Acesso em: 18 maio 2026.

KAPOOR, Muskan *et al.* Early Diagnosis of Alzheimer's Disease using Machine Learning Based Methods. In: IC3 '21: 2021 Thirteenth International Conference on Contemporary Computing, 2021, Noida India. **2021 Thirteenth International Conference on Contemporary Computing (IC3-2021)**. Noida India: ACM, 5 ago. 2021. p. 70-76. DOI: 10.1145/3474124.3474134. Disponível em: https://dl.acm.org/doi/10.1145/3474124.3474134. Acesso em: 18 maio 2026.

KAUR, Chamandeep *et al.* Utilizing the Random Forest Algorithm to Enhance Alzheimer's disease Diagnosis. In: 2023 Third International Conference on Artificial Intelligence and Smart Energy (ICAIS), 2023, Coimbatore, India. **2023 Third International Conference on Artificial**



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

**Intelligence and Smart Energy (ICAIS)**. Coimbatore, India: IEEE, 2 fev. 2023. p. 1662-1667. DOI: 10.1109/ICAIS56108.2023.10073852. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10073852/. Acesso em: 18 maio 2026.

KAUR, Gurjot *et al.* Advanced Diagnosis of Alzheimer's Disease Through Deep Learning Analysis of MRI Images. In: 2024 Asian Conference on Intelligent Technologies (ACOIT), 2024, KOLAR, India. **2024 Asian Conference on Intelligent Technologies (ACOIT)**. KOLAR, India: IEEE, 6 set. 2024. p. 1-6. DOI: 10.1109/ACOIT62457.2024.10939202. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10939202/. Acesso em: 18 maio 2026.

KHAN, Suliman *et al.* EIoT: edge of things for Parkinson's disease prediction in healthcare. **EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking**, [S. l.], v. 2025, n. 1, p. 97, 25 nov. 2025. DOI: 10.1186/s13638-025-02513-5.

LAMPTEY, Richard N. L. *et al.* A Review of the Common Neurodegenerative Disorders: Current Therapeutic Approaches and the Potential Role of Nanotherapeutics. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 1851, jan. 2022. DOI: 10.3390/ijms23031851.

LEI, Zhenhong; LI, Xinjun. AI-Enhanced Mixed Reality Interventions with Haptic Feedback for Hand Dexterity Rehabilitation in Geriatric Movement Disorders. In: 2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct), 2024, Bellevue, WA, USA. **2024 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)**. Bellevue, WA, USA: IEEE, 21 out. 2024. p. 407-408. DOI: 10.1109/ISMAR-Adjunct64951.2024.00114. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10765308/. Acesso em: 18 maio 2026.

MEHRA, Navita; MITTAL, Pooja. Design and Implementation of ML Model for Early Diagnosis of Parkinson's Disease using Gait Data Analysis in IoT Environment. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, [S. l.], v. 13, n. 7, 2022. DOI: 10.14569/IJACSA.2022.0130769. Disponível em: http://thesai.org/Publications/ViewPaper?Volume=13&Issue=7&Code=IJACSA&SerialNo=69. Acesso em: 2 maio 2026.

NAIR, Rohan *et al.* Predicting the Onset of Alzheimer's Disease using Machine Learning and Deep Learning Techniques. In: 2024 5th International Conference on Image Processing and Capsule Networks (ICIPCN), 2024, Dhulikhel, Nepal. **2024 5th International Conference on Image Processing and Capsule Networks (ICIPCN)**. Dhulikhel, Nepal: IEEE, 3 jul. 2024. p. 401-406. DOI: 10.1109/ICIPCN63822.2024.00071. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10660649/. Acesso em: 18 maio 2026.

PARUCHURI, Pulkith. ParkinSense: A Novel Approach to Remote Idiopathic Parkinson's Disease Diagnosis, Severity Profiling, and Telemonitoring via Ensemble Learning and Multimodal Data Fusion on Webcam-Derived Digital Biomarkers. In: 2022 7th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Sciences (ICIIBMS), 2022, Nara, Japan. **2022 7th International Conference on Intelligent Informatics and Biomedical Science (ICIIBMS)**. Nara, Japan: IEEE, 24 nov. 2022. p. 359-366. DOI: 10.1109/ICIIBMS55689.2022.9971545. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9971545/. Acesso em: 18 maio 2026.

PRAGADEESWARAN, S.; KANNIMUTHU, S. Cosine deep convolutional neural network for Parkinson's disease detection and severity level classification using hand drawing spiral image in



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

IoT platform. **Biomedical Signal Processing and Control**, [S. l.], v. 94, p. 106220, ago. 2024. DOI: 10.1016/j.bspc.2024.106220.

RAHAT, Irfan Sadiq *et al.* Exploring Deep Learning Models for Accurate Alzheimer's Disease Classification based on MRI Imaging. **EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology**, [S. l.], v. 10, 26 mar. 2024. DOI: 10.4108/eetpht.10.5550. Disponível em: https://publications.eai.eu/index.php/phat/article/view/5550. Acesso em: 18 maio 2026.

SALEH, Shawki *et al.* AIoT-based embedded systems optimization using feature selection for Parkinson's disease diagnosis through speech disorders. **Intelligence-Based Medicine**, [S. l.], v. 10, p. 100184, 2024. DOI: 10.1016/j.ibmed.2024.100184.

SANTOS, Gerson De Souza *et al.* Perspectivas globais sobre o fardo das doenças crônicas degenerativas em idosos: uma revisão narrativa. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 13, n. 9, p. e0213946722, 5 set. 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i9.46722.

SHETTY, Mangala *et al.* Application of Machine Learning and Data Analytics in Detection of Parkinsons Disease. In: 2024 Second International Conference on Data Science and Information System (ICDSIS), 2024, Hassan, India. **2024 Second International Conference on Data Science and Information System (ICDSIS)**. Hassan, India: IEEE, 17 maio 2024. p. 1-5. DOI: 10.1109/ICDSIS61070.2024.10594328. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10594328/. Acesso em: 18 maio 2026.

STĘPIEŃ, Joanna *et al.* Applying Multimodal Mixed Reality System for Classifying Parkinson's Disease: Design and Evaluation of the Voice Module. In: 2025 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), 2025, Saint Malo, France. **2025 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)**. Saint Malo, France: IEEE, 8 mar. 2025. p. 953-958. DOI: 10.1109/VRW66409.2025.00194. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/10973023/. Acesso em: 18 maio 2026.

STOUMPOS, Angelos I.; KITSIOS, Fotis; TALIAS, Michael A. Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 3407, jan. 2023. DOI: 10.3390/ijerph20043407.

THANKATHURAIPANDIAN, Sreetharan *et al.* Development of a remote therapeutic monitoring platform: applications for movement disorders. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 29837, 1 dez. 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-80567-z.



Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.