REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

OS EFEITOS DOS EXOESQUELETOS ROBÓTICOS NA RECUPERAÇÃO MOTORA E FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM DISTÚRBIOS NEUROLÓGICOS

THE EFFECTS OF ROBOTIC EXOSKELETONS ON MOTOR AND FUNCTIONAL RECOVERY IN INDIVIDUALS WITH NEUROLOGICAL DISORDERS

Ciências da Saúde • 20/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794925758

Ana Letícia Soares Teixeira[1]

Ananda Letícia Carvalho da Silva Cardoso[2]

Guilherme Rodrigues Viana Santos[3]

Gleiciane Lima Pereira Anceles[4]

Islana Suely Nogueira Boaes[5]

Leandro Marques da Silva[6]

RESUMO

Introdução: As doenças neurológicas, como o Acidente Vascular Cerebral (AVC), a Lesão Medular, a Doença de Parkinson e a Esclerose Múltipla, podem ocasionar limitações motoras e funcionais, comprometendo a autonomia e a qualidade de vida dos indivíduos. Nesse contexto, os exoesqueletos robóticos surgem como uma tecnologia assistiva inovadora, capaz de auxiliar os movimentos corporais, promover o treinamento da marcha e estimular mecanismos de neuroplasticidade durante o processo de reabilitação; **Objetivo:** Analisar os efeitos dos exoesqueletos robóticos na recuperação motora e funcional de indivíduos com distúrbios neurológicos, destacando seus benefícios para a mobilidade, independência funcional e qualidade de vida; **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, realizada por meio da análise de artigos científicos, revisões sistemáticas e estudos clínicos disponíveis nas bases de dados PubMed, SciELO, PEDro e Google Scholar, além de fontes institucionais. Foram priorizadas publicações entre 2016 e 2026 relacionadas à utilização de exoesqueletos robóticos na reabilitação de indivíduos com comprometimentos neurológicos; **Resultados e Discussão:** Os estudos analisados evidenciaram resultados favoráveis da utilização dos exoesqueletos robóticos, principalmente na recuperação da marcha, melhora da mobilidade e independência funcional. Observou-se que a repetição de movimentos, o suporte postural e o feedback sensorial proporcionados pelos dispositivos podem contribuir para a neuroplasticidade e a reorganização do sistema nervoso. Entretanto, os benefícios podem variar conforme a condição clínica, o nível de comprometimento neurológico e o tempo de lesão. Também foram identificadas limitações relacionadas à heterogeneidade dos protocolos de treinamento e à necessidade de mais pesquisas sobre

os efeitos a longo prazo; **Conclusão:** Conclui-se que os exoesqueletos robóticos representam um recurso tecnológico promissor na reabilitação neurofuncional, contribuindo para a recuperação da mobilidade, funcionalidade e autonomia dos indivíduos com distúrbios neurológicos. Sua utilização deve ocorrer de maneira individualizada e complementar à fisioterapia convencional, considerando as necessidades e condições clínicas de cada paciente.
Palavras-chave: Exoesqueletos robóticos; Funcionalidade; controle motor.

ABSTRACT

Introduction: Neurological conditions—such as stroke, spinal cord injury, Parkinson's disease, and multiple sclerosis—can lead to motor and functional limitations, compromising an individual's autonomy and quality of life. In this context, robotic exoskeletons emerge as an innovative assistive technology capable of supporting body movements, facilitating gait training, and stimulating neuroplasticity mechanisms during the rehabilitation process. **Objective:** To analyze the effects of robotic exoskeletons on the motor and functional recovery of individuals with neurological disorders, highlighting their benefits for mobility, functional independence, and quality of life. **Methodology:** This is a descriptive, qualitative literature review based on an analysis of scientific articles, systematic reviews, and clinical studies retrieved from databases such as PubMed, SciELO, PEDro, and Google Scholar, as well as institutional sources. Priority was given to publications from 2016 to 2026 concerning the use of robotic exoskeletons in the rehabilitation of individuals with neurological impairments. **Results and Discussion:** The studies analyzed demonstrated favorable outcomes from the use of robotic exoskeletons, particularly regarding gait recovery, improved mobility, and functional independence. It was observed that the repetition of

movements, postural support, and sensory feedback provided by these devices can contribute to neuroplasticity and the reorganization of the nervous system. However, the extent of these benefits may vary depending on the clinical condition, the severity of the neurological impairment, and the time elapsed since the injury. Limitations were also identified regarding the heterogeneity of training protocols and the need for further research on long-term effects. **Conclusion:** It is concluded that robotic exoskeletons represent a promising technological resource in neurofunctional rehabilitation, contributing to the recovery of mobility, functionality, and autonomy in individuals with neurological disorders. Their use should be individualized and complementary to conventional physical therapy, taking into account the specific needs and clinical conditions of each patient.
Keywords: Robotic exoskeletons; functionality; motor control.

1. INTRODUÇÃO

As doenças neurológicas constituem uma das principais causas de incapacidade funcional e mortalidade no cenário de saúde pública global e nacional. Definidas como afecções que acometem o sistema nervoso central e periférico, incluindo patologias vasculares como o Acidente Vascular Cerebral (AVC), traumas como a Lesão Medular, e doenças neurodegenerativas como Parkinson e Esclerose Múltipla, tais condições comprometem substancialmente a autonomia motora, a cognição e a qualidade de vida dos indivíduos afetados (WHO, 2024; GBD 2021 Nervous System Disorders Collaborators, 2024).

Epidemiologicamente, dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) apontam que mais de 3,4 bilhões de pessoas no mundo

convivem com alguma condição neurológica (WHO, 2024). No Brasil, o cenário reflete essa urgência: dados do Sistema de Informações Hospitalares do SUS apontam o AVC como uma das causas líderes de internação e mortalidade no país, com registros anuais ultrapassando 100 mil óbitos e gerando impacto direto nos custos do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2023; Santos et al., 2022).

Diante do desafio de restaurar a mobilidade em quadros de neuroimparidade grave, a reabilitação neurofuncional tradicional passa por uma mudança de paradigma com a introdução da robótica assistiva. Nesse contexto, os exoesqueletos robóticos emergem como uma inovação tecnológica promissora. Tratam-se de dispositivos eletromecânicos vestíveis que atuam em sincronia com o corpo do paciente, fornecendo suporte estrutural, assistência ativa e feedback sensorial durante o treino de marcha e movimentação segmentar (Calabrò et al., 2020; Pinto et al., 2023).

A integração de tecnologias assistivas e de reabilitação tem promovido um avanço significativo no campo das neurociências e da engenharia biomédica. Nesse contexto, o desenvolvimento de exoesqueletos robóticos vestíveis representa uma abordagem inovadora para a neuroreabilitação de pacientes acometidos por condições neurológicas graves — como o Acidente Vascular Cerebral (AVC), a Lesão Medular, a Esclerose Múltipla e a Doença de Parkinson (Louie & Eng, 2016; Mekki et al., 2018).

Diferente das intervenções fisioterapêuticas convencionais, os exoesqueletos são estruturas mecatrônicas equipadas com atuadores e sensores de movimento que fornecem assistência biofísica personalizada e adaptativa. Ao permitirem um treinamento intensivo, repetitivo e focado em tarefas específicas, esses

dispositivos estimulam mecanismos neuroplásticos essenciais para a reorganização cortical e a recuperação funcional da marcha (Calabrò et al., 2018; Liu & Chen, 2024). Essa neuroplasticidade induzida pelo uso reestrutura redes neurais remanescentes no sistema nervoso central, promovendo o ganho sustentável de independência motora. Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a utilização dos exoesqueletos robóticos como recurso tecnológico na neuroreabilitação de indivíduos com doenças neurológicas, destacando seus benefícios para a recuperação da mobilidade, funcionalidade, independência motora e qualidade de vida dos pacientes.

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, desenvolvida com o objetivo de analisar a utilização dos exoesqueletos robóticos como recurso tecnológico aplicado à neuroreabilitação de indivíduos com doenças neurológicas. A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio do levantamento e análise de produções científicas relacionadas ao uso de tecnologias robóticas na reabilitação neurológica, com ênfase nos efeitos sobre mobilidade, funcionalidade, independência motora e qualidade de vida.

Para a realização do levantamento bibliográfico, foram consultadas bases de dados científicas e fontes institucionais, incluindo PubMed, SciELO, PEDro, Google Scholar e Organização Mundial da Saúde (OMS). Foram utilizados descritores relacionados aos temas “exoesqueleto robótico”, “neuroreabilitação”, “reabilitação neurológica”, “doenças neurológicas”, “marcha”, “tecnologia assistiva” e seus correspondentes em inglês, como “robotic

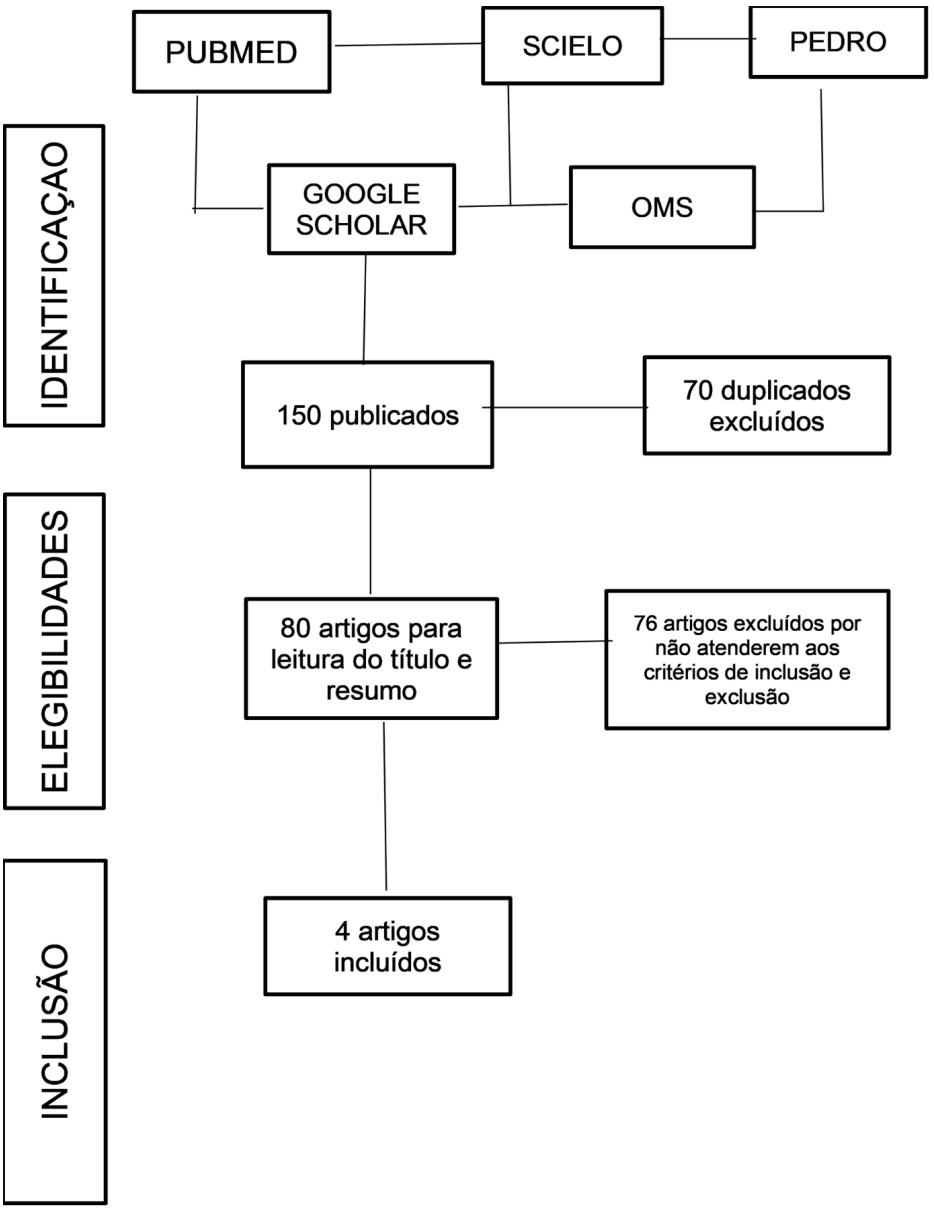
exoskeleton", "neurological rehabilitation", "neurorehabilitation", "gait rehabilitation" e "assistive technology", combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos artigos científicos, revisões sistemáticas, estudos clínicos e documentos de instituições reconhecidas, publicados preferencialmente entre 2016 e 2026, disponíveis em português ou inglês e que abordassem diretamente a aplicação de exoesqueletos robóticos na reabilitação de indivíduos com condições neurológicas, especialmente Acidente Vascular Cerebral (AVC), Lesão Medular, Esclerose Múltipla e Doença de Parkinson. Foram excluídos estudos duplicados, trabalhos que não apresentassem relação direta com o tema, publicações sem acesso ao conteúdo necessário para análise e estudos voltados exclusivamente à aplicação dos exoesqueletos em indivíduos sem comprometimentos neurológicos.

Após a identificação dos estudos, foi realizada a leitura dos títulos e resumos para verificar sua adequação aos critérios estabelecidos. Posteriormente, os estudos selecionados foram analisados integralmente, buscando identificar informações referentes aos mecanismos de funcionamento dos exoesqueletos, aplicabilidade clínica, benefícios, limitações, segurança e possíveis efeitos sobre a recuperação funcional. Os dados encontrados foram organizados e interpretados de forma descritiva e qualitativa, permitindo a comparação das evidências disponíveis na literatura.

Dessa forma, a análise bibliográfica buscou reunir evidências científicas sobre a contribuição dos exoesqueletos robóticos para a neuroreabilitação, considerando seu potencial como ferramenta complementar à fisioterapia convencional e sua influência na

recuperação da marcha, mobilidade, funcionalidade, independência motora e qualidade de vida de pessoas com doenças neurológicas.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados na literatura evidenciou a utilização dos exoesqueletos robóticos como recurso tecnológico aplicado à neuroreabilitação, especialmente em indivíduos acometidos por Acidente Vascular Cerebral (AVC) e Lesão Medular. Os estudos analisados investigaram principalmente os efeitos desses dispositivos sobre a marcha, mobilidade, funcionalidade, desempenho motor e mecanismos relacionados à recuperação neurológica.

3.1. Síntese dos Estudos Selecionados

Quadro 1. Descrição dos artigos selecionados

AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO	DELINEAMENTO METODOLÓGICO	RESULTADOS
Louie e Eng (2016)	Robotic exoskeletons for gait rehabilitation in stroke: A scoping review	Mapear a literatura sobre o uso de exoesqueletos robóticos na reabilitação da marcha de adultos após AVC.	Revisão de escopo	Foram identificados 11 estudos, envolvendo 216 participantes. Os resultados indicaram potencial para o treinamento da marcha.
Calabrò et al. (2018)	Robotic technologies and neuroplasticity in stroke recovery	Avaliar se o treinamento com exoesqueleto poderia melhorar o desempenho da marcha e estimular mecanismos de neuroplasticidade.	Ensaio clínico randomizado	Participaram 40 indivíduos. O treinamento apresentou resultados relacionados à recuperação da marcha e plasticidade cerebral.
Mekki et al. (2018)	Robotic rehabilitation in spinal cord injury: Clinical insights	Analisar o uso da reabilitação robótica em indivíduos com lesão	Revisão narrativa	A literatura analisada apontou potencial da robótica para auxiliar o

		medular e discutir seus possíveis benefícios clínicos.		treinamento da marcha e a recuperação funcional.
Liu e Chen (2024*)	Efficacy of robotic exoskeletons in spinal cord injury locomotion	Avaliar a eficácia do treinamento com exoesqueleto robótico na recuperação da deambulação em indivíduos com lesão medular.	Meta-análise de ensaios clínicos randomizados	Foram incluídos 11 ensaios clínicos, com 456 participantes. O treinamento apresentou efeitos favoráveis em medidas de independência funcional.

O artigo foi publicado eletronicamente em 2023 e posteriormente incluído no volume 47(6), de 2024.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos estudos selecionados.

3.2. Síntese dos Achados

Os estudos analisados apresentaram resultados que apontam para o potencial dos exoesqueletos robóticos como recurso complementar à neuroreabilitação. De maneira geral, os principais desfechos investigados estiveram relacionados à recuperação da marcha, mobilidade, funcionalidade e mecanismos de recuperação neurológica.

No contexto do Acidente Vascular Cerebral, Louie e Eng (2016) identificaram 11 estudos reforçando o papel da repetitividade de padrões motores corretos na reabilitação da marcha. Os achados de

Calabrò et al. (2018) também investigaram indivíduos com AVC crônico, demonstrando alterações neurofisiológicas positivas e indução de neuroplasticidade cortical por meio do feedback sensorial promovido pelo equipamento.

Na Lesão Medular, Mekki et al. (2018) analisaram a aplicação dos sistemas robóticos sob a perspectiva clínica e ergonômica, destacando reduções no gasto energético e na sobrecarga articular. Liu e Chen (2024) apresentaram evidências quantitativas robustas comprovando melhorias estatisticamente significativas na velocidade da marcha e na independência funcional de pacientes treinados com exoesqueletos.

3.3. Discussão Crítica dos Achados

A análise conjunta dos estudos demonstra que o uso de exoesqueletos robóticos traz resultados diretos para a recuperação da marcha e a independência funcional dos pacientes, atuando como ferramenta complementar e inovadora nos protocolos tradicionais de fisioterapia. Os trabalhos de Louie e Eng (2016), Calabrò et al. (2018), Mekki et al. (2018) e Liu e Chen (2024) mostram consenso de que a principal vantagem do equipamento é permitir a intensidade, a precisão e a repetição exata de padrões de movimento, fatores determinantes para reeducar o sistema motor.

Outro aspecto de destaque na literatura é o efeito dessa tecnologia na parte neurofisiológica, indo além da questão puramente biomecânica. No caso de pacientes com Acidente Vascular Cerebral (AVC), Calabrò et al. (2018) explicam que o estímulo contínuo do exoesqueleto auxilia na neuroplasticidade cerebral, indo ao encontro do que Louie e Eng (2016) defendem sobre a necessidade de

repetição para reorganizar o sistema nervoso. Já na lesão medular, Mekki et al. (2018) e Liu e Chen (2024) destacam o impacto positivo da robótica na postura ereta e no ortostatismo prolongado, favorecendo sistemas secundários como o cardiovascular, o intestinal e o osteoarticular. Nesse grupo, Mekki et al. (2018) relatam redução do gasto energético e da sobrecarga articular, enquanto Liu e Chen (2024) comprovam que a velocidade da marcha e a independência funcional melhoram significativamente.

Por outro lado, os estudos apontam divergências nos resultados quando se analisa o tempo de lesão de cada paciente. Louie e Eng (2016) notaram que, no AVC, indivíduos na fase subaguda alcançam resultados superiores com o exoesqueleto, enquanto na fase crônica os ganhos se aproximam da fisioterapia convencional. O mesmo padrão ocorre na lesão medular: Liu e Chen (2024) observaram que pacientes com menor tempo de lesão respondem melhor à intervenção, indicando que, quanto mais crônico o quadro, menor tende a ser a diferença de impacto entre o treinamento robótico e o tratamento convencional.

Como lacunas, os estudos apresentam diferenças importantes em relação ao tamanho das amostras, heterogeneidade dos protocolos de treinamento (frequência e duração) e variabilidade nos níveis de comprometimento lesional apontada por Mekki et al. (2018). Dessa forma, percebe-se que os exoesqueletos não substituem a fisioterapia convencional, mas exigem planejamento individualizado conforme a fase clínica e a realidade de cada paciente, sendo fundamental ampliar as evidências científicas sobre seus efeitos a longo prazo.

4. CONCLUSÃO

Diante dos estudos analisados, foi possível compreender que os exoesqueletos robóticos representam um avanço importante na neuroreabilitação, contribuindo para a recuperação da marcha, da mobilidade e da independência funcional de pessoas com doenças neurológicas, especialmente aquelas acometidas por Acidente Vascular Cerebral (AVC) e lesão medular. A utilização desses dispositivos permite a realização de movimentos repetitivos e controlados, favorecendo o treinamento motor e estimulando mecanismos relacionados à neuroplasticidade cerebral.

Entretanto, apesar dos benefícios identificados, os exoesqueletos robóticos ainda apresentam limitações, como as diferenças entre os protocolos de tratamento, as condições clínicas dos pacientes e a necessidade de maior número de estudos sobre seus efeitos a longo prazo. Dessa forma, é importante considerar as necessidades individuais de cada paciente, utilizando essa tecnologia de maneira planejada e associada às técnicas convencionais de fisioterapia, sem substituir a atuação do fisioterapeuta.

Conclui-se, portanto, que os exoesqueletos robóticos são recursos promissores para a reabilitação neurológica, com potencial para melhorar a funcionalidade e a qualidade de vida dos pacientes. Além disso, o avanço das pesquisas nessa área é fundamental para ampliar a segurança, a eficácia e o acesso a essa tecnologia, fortalecendo sua aplicação na prática fisioterapêutica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATASUS: Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS).** Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023.

CALABRÒ, R. S. *et al.* Robotic technologies and neuroplasticity in stroke recovery: shaping the future of neurorehabilitation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation,** v. 15, n. 1, p. 1-14, 2018.

CALABRÒ, R. S. *et al.* Wearable exoskeletons in neurological rehabilitation: clinical and biomechanical perspectives. **NeuroRehabilitation,** v. 47, n. 3, p. 311-322, 2020.

GBD 2021 NERVOUS SYSTEM DISORDERS COLLABORATORS. Global, regional, and national burden of disorders affecting the nervous system, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. **The Lancet Neurology,** v. 23, n. 4, p. 344-381, 2024.

LIU, Y.; CHEN, X. Efficacy of robotic exoskeletons in spinal cord injury locomotion: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,** v. 47, n. 6, p. 612-625, 2024.

LOUIE, D. R.; ENG, J. J. Robotic exoskeletons for gait rehabilitation in stroke: a scoping review. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation,** v. 13, n. 53, p. 1-10, 2016.

MEKKI, M. *et al.* Robotic rehabilitation in spinal cord injury: clinical insights and future directions. **NeuroRehabilitation,** v. 43, n. 4, p. 421-432, 2018.

PINTO, C. B. *et al.* Assistive robotics and sensorimotor feedback in gait training for neurological disorders. **Frontiers in Neurology,** v. 14, p. 112-120, 2023.

SANTOS, L. M. *et al.* Impacto epidemiológico e custos hospitalares do Acidente Vascular Cerebral no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde Pública,** v. 56, p. 45-54, 2022.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global status report on neurology and public health.** Geneva: World Health Organization, 2024.

---

[1] Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.

[2] Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.

[3] Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.

[4] Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.

[5] Graduando do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.

[6] Orientador. Docente do Curso de Fisioterapia da Faculdade Estácio.