

Neurologia

DIAGNÓSTICOS, TRATAMENTOS E CIRURGIAS

Edição X

CAPÍTULO 05

DOI

10.59290/1753630150

REABILITAÇÃO PÓS-AVC COM REALIDADE VIRTUAL: REVISÃO SISTEMÁTICA COMPARATIVA COM A FISIOTERAPIA

EDUARDO ARAÚJO QUARTIERI¹
VITÓRIA FERREIRA LAURENÇO¹
ANA BEATRIZ VAZZOLER¹
ANIKE ASSIS RODRIGUES¹
MARIA LUIZA PEREIRA ALEXANDREI¹
AMANDA APARECIDA NASCIMENTO MIRANDA¹
JULIA BRANDÃO COSTA¹
MARIA VITÓRIA LANGA¹
RAFAEL SCHUENK¹

¹Discente - Medicina da Universidade de Vila Velha.

Palavras-chave: Reabilitação de AVC; Realidade Virtual; Recuperação Funcional.

INTRODUÇÃO

A reabilitação pós-acidente vascular cerebral (AVC) representa um dos maiores desafios da medicina contemporânea, dada a elevada prevalência de sequelas motoras e funcionais que impactam significativamente a qualidade de vida dos pacientes (ZHANG *et al.*, 2023), resultando em dificuldades para realizar movimentos de forma autônoma (CHOY *et al.*, 2023).

A identificação precoce do AVC isquêmico agudo é fundamental para o direcionamento terapêutico, sendo a tomografia computadorizada de crânio o método de imagem mais empregado na avaliação inicial, pois permite detectar sinais precoces de isquemia.

Após o evento agudo, a reabilitação torna-se essencial para restaurar a função motora, especialmente dos membros superiores, frequentemente acometidos.

Diversos instrumentos são utilizados para mensurar a recuperação funcional, como o *Action Research Arm Test* (ARAT), que avalia a capacidade do indivíduo em realizar tarefas funcionais com o membro superior, abrangendo subescalas de alcance, preensão, pinça e função motora grossa (DA SILVA & TORRES, 2024).

O avanço tecnológico nas últimas décadas proporcionou o surgimento de novas abordagens terapêuticas, entre elas a realidade virtual (RV), que se destaca pela capacidade de criar cenários interativos e personalizados. A RV permite que o terapeuta desenvolva e ajuste exercícios que, na prática convencional, seriam inseguros, difíceis de executar ou economicamente inviáveis (HAO *et al.*, 2022).

A experiência imersiva proporcionada por sistemas baseados em múltiplos sensores amplia as possibilidades de intervenção, tornando o processo de reabilitação mais motivador e

adaptado às necessidades individuais dos pacientes.

O processo de reabilitação daqueles sensibilizados pelo AVC consiste em uma jornada complexa envolvendo múltiplas dimensões, criando assim um cenário único para cada paciente.

Desse modo a Inteligência Artificial (IA) emerge como um meio de auxílio na reabilitação motora dos pacientes vítimas de AVC, uma vez que além de estimular o mecanismo de neuroplasticidade, apresenta um caráter prazeroso, envolvente e dinâmico, favorecendo uma maior adesão e comprometimento dos pacientes no que tange ao tratamento.

Os benefícios potenciais da RV incluem não apenas a melhora da função motora, mas também o aumento da motivação e do engajamento dos pacientes, aspectos fundamentais para a adesão ao tratamento (DA SILVA & TORRES, 2024).

Além disso, a literatura aponta que intervenções mais prolongadas, com duração entre seis e doze semanas, tendem a promover ganhos mais expressivos em escalas como o ARAT, quando comparadas a intervenções de curta duração (SOLEIMANI, GHAZISAEEDI & HEYDARI, 2024).

A integração de tecnologias inovadoras, como a inteligência artificial, à RV abre novas perspectivas para a personalização do tratamento, permitindo ajustes dinâmicos baseados no desempenho do paciente.

Essa abordagem pode contribuir para superar o fenômeno de platô observado em terapias convencionais, no qual a progressão funcional se estabiliza após determinado período.

Assim, este estudo é justificado pela necessidade de compreender e avaliar o papel da realidade virtual, seja usada de forma independente ou em conjunto com a IA, e seus efeitos na reabilitação de pacientes, bem como como

essa abordagem alternativa pode proporcionar maiores benefícios e motivação aos pacientes quando comparada a outros métodos e processos de reabilitação, com o objetivo de avaliar a eficácia da RV em relação à recuperação funcional, adesão ao tratamento e influência emocional, fornecendo evidências para informar a prática clínica e futuras investigações.

METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática realizada no período de junho de 2025, com o objetivo de avaliar a eficácia da realidade virtual (RV) em comparação à fisioterapia convencional na reabilitação pós-AVC.

A pesquisa foi conduzida nas bases de dados PubMed e Google Acadêmico, utilizando uma estratégia de busca estruturada com descritores controlados e operadores booleanos.

Os descritores utilizados foram: (*Stroke Rehabilitation OR Post-Stroke Rehabilitation OR Stroke*) AND (*Virtual Reality OR Immersive Simulation OR Computer-Assisted Therapy*) AND (*Functional Recovery OR Motor Recovery*).

Na base de dados PubMed, foram identificados 268 artigos inicialmente, utilizando os descritores e o filtro de 5 anos.

Após a aplicação do filtro “*full text*” (texto completo), o número foi reduzido para 261 artigos. Em seguida, ao aplicar os filtros de ensaios clínicos e metanálises, restaram 68 artigos.

Após triagem manual por título e resumo, 12 artigos foram selecionados. No Google Acadêmico, foram identificados 40.600 artigos inicialmente.

Após a aplicação do filtro de 5 anos, o número foi reduzido para 16.800 artigos, e a seleção manual resultou em 15 artigos, com base em um consenso entre os autores.

Para otimizar o levantamento e a extração de dados, foi utilizada a ferramenta SciSpace, que auxiliou na organização, análise e interpretação dos artigos selecionados.

Durante a triagem inicial, a ferramenta foi utilizada para processar os textos completos dos artigos e identificar automaticamente palavras-chave, conceitos relevantes e seções específicas, como metodologia, resultados e conclusões.

Isso facilitou a exclusão de artigos que não atendiam aos critérios de inclusão, ao destacar automaticamente termos e tópicos que não estavam alinhados ao objetivo da revisão.

Na etapa de extração de dados, a ferramenta permitiu a coleta estruturada de informações-chave, como autor, ano de publicação, tipo de intervenção com RV, duração e frequência da intervenção, tipo de estudo e principais desfechos avaliados (função motora, equilíbrio, cognição, entre outros).

As informações extraídas foram organizadas automaticamente no **Quadro 5.1**, o que facilitou a análise e a síntese dos resultados.

Além disso, a ferramenta foi utilizada para realizar buscas rápidas dentro dos textos completos, permitindo comparar resultados entre os estudos e identificar padrões relevantes.

Os critérios de inclusão para a seleção dos estudos foram: artigos publicados entre 2020 e 2025, nos idiomas português e inglês, disponíveis na íntegra, e que incluíssem ensaios clínicos randomizados (RCTs), revisões sistemáticas, revisões sistemáticas com metanálise, estudos de coorte e estudos observacionais longitudinais, desde que com foco na reabilitação pós-AVC com realidade virtual.

Foram excluídos artigos que não apresentavam texto completo, que não abordavam diretamente a proposta investigada ou que não atendiam aos critérios de inclusão descritos.

A triagem dos artigos foi realizada em duas etapas: inicialmente, foi feita a seleção por título e resumo, com base nos critérios de inclusão e exclusão, seguida pela leitura completa dos estudos potencialmente elegíveis para confirmar sua inclusão. Após a triagem, 27 estudos foram incluídos na revisão, sendo 12 da Pub-Med e 15 do Google Acadêmico.

Para avaliar a qualidade metodológica dos estudos incluídos, foram utilizadas as ferramentas AMSTAR-2 e PEDro. O AMSTAR-2 foi aplicado às revisões sistemáticas e metanálises, avaliando critérios como transparência metodológica, avaliação de viés e adequação das análises estatísticas.

Já a escala PEDro foi utilizada para os ensaios clínicos randomizados, considerando aspectos como randomização, cegamento, análise por intenção de tratar e descrição dos resultados.

Apenas estudos com qualidade moderada a alta, conforme os critérios dessas ferramentas, foram incluídos na análise final.

Os resultados foram apresentados de forma descritiva, organizados em categorias temáticas que abordam as intervenções com RV e sua comparação com a reabilitação convencional.

A extração de dados foi conduzida de forma manual com o consenso dos autores, e também com o auxílio da ferramenta SciSpace, garantindo maior precisão e eficiência no processo, além de reduzir o tempo necessário para a análise e minimizar erros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da realidade virtual (RV) na reabilitação neurológica tem demonstrado resultados promissores, ampliando os recursos das terapias tradicionais (fisioterapia tradicional e terapia ocupacional).

Foram analisadas 27 publicações recentes, incluindo 4 ensaios clínicos randomizados, 7

revisões sistemáticas com metanálise e 16 outros tipos de estudos, que apontam benefícios significativos da RV nas funções motoras e cognitivas de pacientes com condições como acidente vascular cerebral, doença de Parkinson, esclerose múltipla e lesão medular (DE-MECO *et al.*, 2023).

A RV pode servir como ferramenta eficaz para otimizar a reabilitação pós-AVC (BEDAR *et al.*, 2023; DA SILVA & TORRES, 2024). Em muitos casos, os resultados superam os obtidos com terapias convencionais, especialmente devido ao aumento da motivação, adesão e engajamento dos pacientes (ADERINTO *et al.*, 2023).

A RV proporciona ganhos adicionais em termos de função motora, equilíbrio e cognição geral, sobretudo quando implementada como complemento à terapia convencional (HADJIPANAYI *et al.*, 2025; GAO *et al.*, 2021).

De acordo com Zhang *et al.*, (2023) a realidade virtual (RV) apresenta potencial significativo para a reabilitação de pacientes acometidos por acidente vascular cerebral (AVC), promovendo melhorias na mobilidade dos membros superiores e inferiores, no equilíbrio e na marcha.

Esses avanços contribuem positivamente para a recuperação funcional, com evidências de redução da dor, fortalecimento muscular e estímulo à recuperação sensorial.

Além disso, conforme apontado por Chen *et al.*, (2022), a RV pode colaborar com a reabilitação cognitiva e favorecer o desempenho nas atividades de vida diária.

Nesse contexto, Xiao *et al.* destacam que, de modo geral, a RV tende a apresentar eficácia superior em comparação à terapia convencional.

Além disso, a aplicação da terapia com realidade virtual, em associação à reabilitação neu-

rológica, demonstrou impacto positivo na melhora do estado emocional e na atenuação dos sintomas depressivos em indivíduos no período de recuperação pós-AVC (KIPER *et al.*, 2022).

No entanto, Khan *et al.*, (2021) e Peng *et al.*, (2021) observam que, embora os programas de reabilitação pós-AVC que utilizam realidade virtual estejam associados a melhores desfechos funcionais, as diferenças em relação à terapia tradicional não alcançam significância estatística em todos os casos.

Quanto ao possível impacto positivo da realidade virtual na recuperação de funções cognitivas, a revisão conduzida por Cao *et al.*, (2021) identificou benefícios clínicos significativos na melhora da gravidade do comprometimento da linguagem, quando comparada à reabilitação convencional. No entanto, não foram observados efeitos relevantes sobre a comunicação funcional, a evocação de palavras e a habilidade de repetição.

Em um ensaio clínico determinado com indivíduos específicos pós-AVC e hemiparesia grave persistente, a intervenção combinada de estimulação transcraniana por corrente contínua (tDCS) e realidade virtual (VR) testada resultou em melhoria clinicamente significativa da função motora do superior, avaliada por escalas como a *Fugl-Meyer Assessment* e o *Wolf Motor Function Test*, quando comparado à fisioterapia convencional baseada em exercícios físicos e ativos. Os ganhos motores foram consistentes em todas as medidas avaliadas, enquanto os efeitos sobre a função sensorial foram limitados e semelhantes entre os grupos (LEE & CHUN 2014; VIANA *et al.*, 2014 *apud* LLOREN *et al.*, 2021).

Diferente dos métodos tradicionais, que geralmente são repetitivos e dependem da supervisão contínua de profissionais, os sistemas de RV, especialmente quando integrados à inte-

ligência artificial (IA), proporcionam reabilitação personalizada e interativa (BAI *et al.*, 2022).

Esses recursos permitem o monitoramento em tempo real, ajustes automáticos de dificuldade, correção de movimentos e estímulos multisensoriais, favorecendo a neuroplasticidade e promovendo aumento de substância cinzenta em áreas motoras do cérebro (BAI *et al.*, 2022; KELLER *et al.*, 2020).

Segundo Spiteri *et al.* as experiências gamificadas e caráter lúdico da tecnologia, são particularmente eficazes em idosos e pacientes com comprometimento cognitivo leve (SHIQI XU *et al.*, 2019).

A escalabilidade e acessibilidade da RV também se destacam: a possibilidade de realizar exercícios em casa ou em ambientes não clínicos amplia o alcance da reabilitação. Além disso, a simulação de situações reais auxilia na recuperação de habilidades funcionais do cotidiano (SOLEIMANI *et al.*, 2024).

No entanto, desafios como o alto custo, questões de segurança e a escassez de plataformas clínicas customizadas ainda limitam sua ampla implementação (BAI *et al.*, 2022). Mesmo assim, a RV representa uma ferramenta promissora no campo da reabilitação neurológica.

CONCLUSÃO

Os estudos analisados demonstraram que a realidade virtual (RV), especialmente quando combinada com inteligência artificial (IA), oferece benefícios substanciais na reabilitação de pacientes com condições neurológicas, como AVC, doença de Parkinson e esclerose múltipla.

A acessibilidade da RV, aliada à possibilidade de uso em casa, garante a continuidade e a regularidade do tratamento, o que é crucial para a recuperação funcional.

Embora a RV apresente um potencial promissor, desafios como custos elevados, questões de segurança e a ausência de plataformas clínicas consolidadas ainda limitam sua implementação ampla.

Apesar dessas limitações, os achados desta revisão são consistentes com a literatura existente, que aponta a RV como uma ferramenta promissora para reabilitação neurológica.

Estudos futuros devem priorizar amostras maiores, intervenções padronizadas e análises de custo-efetividade para avaliar a viabilidade da implementação em larga escala.

Além disso, é essencial investigar os efeitos a longo prazo da RV, considerando que a maioria dos estudos analisados avaliou apenas resultados imediatos ou de curto e medio prazo.

Portanto, é vital conduzir estudos adicionais com amostras mais amplas e os resultados dos efeitos a longo prazo também devem ser avaliados.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores do presente artigo declaram não ter nenhum conflito de interesse e não receber financiamento de nenhuma instituição.

Quadro 5.1 Intervenções com realidade virtual em reabilitação pós-AVC

Autor (Ano)	Tipo de intervenção RV	Principais resultados com RV
Keller <i>et al.</i> (2020)	VAI com ou sem fisioterapia	AROM ↑; aumento de substância cinzenta (VPM)
Llorens <i>et al.</i> (2021)	tDCS + RV (30 min) + fisioterapia (30 min)	FMA ↑ significativamente
Cao <i>et al.</i> (2021)	RV imersiva e semi-imersiva	↓ Severidade da afasia (SMD 0,70, p = 0,05)
Khan <i>et al.</i> (2021)	RV pós-AVC	Não houve diferença estatisticamente significativa entre RV e terapia convencional (FMA, MMSE, BBS)
Gao <i>et al.</i> (2021)	RV com exercícios cognitivo-motores baseados em jogos	Melhora na cognição, função motora, humor e AVD
Peng <i>et al.</i> (2021)	RV com console de jogos Xbox Kinect (30 minuto/5 dias/ 4 semanas)	Forte melhora na função motora (SMD = 1,14)
Bai <i>et al.</i> (2022)	IA + RV	FMA-UE, FMA-LE, BBS ↑ no grupo RV + IA
Chen <i>et al.</i> (2022)	Terapia de exercícios assistida por RV	FMA-UE, FIM, MMT, ARAT ↑
Errante <i>et al.</i> (2022)	Terapia AO + VR	Controle motor de membro superior ↑
Leong <i>et al.</i> (2022)	Terapia VAMR (30 a 120 min → 1 a 8 sem)	FMA-UE e FIM ↑
Xiao <i>et al.</i> (2022)	RV comparada com CACR	↑Função cognitiva (MMSE ↑ e MoCA ↑)

Chen <i>et al.</i> (2022)	RV com tarefas motoras personalizadas	FMA-UE, FIM, MMT e ARAT ↑
Hao <i>et al.</i> (2022)	RV com jogos e sensores de movimento	Melhora na recuperação funcional e no equilíbrio
Aderinto <i>et al.</i> (2023)	RVBR	FMA ↑ e ↑ adesão independência funcional no grupo com RV
Bedar <i>et al.</i> (2023)	RV imersiva	Melhora da função do membro superior
Rodríguez-Hernández <i>et al.</i> (2023)	Reabilitação convencional (100 min) + RV (50 min)	Função motora (FMA, ARAT) ↑; espasticidade (Ashworth) ↓
Zhang <i>et al.</i> (2023)	RV + fisioterapia convencional (30 e 120 min. → 2 a 12 sem)	FMA e BBT ↑ no grupo com RV
Demeco <i>et al.</i> (2023)	RV imersiva	FMA e BBS ↑, melhora na motivação e adesão dos pacientes
Choy <i>et al.</i> (2023)	RV imersiva de tiro de basquete + MI com vídeo 3D e instrução em áudio	↑ ativação cortical (EEG)
Kiper <i>et al.</i> (2023)	IVR+ psicoterapia + atividade física	↓ Sintomas depressivos ↑ AVD
Zhang <i>et al.</i> (2023)	IVR e NIVR	Melhora na função de membros, equilíbrio, marcha e atividades diárias (evidência de qualidade “muito baixa” a “moderada”)
Soleimani <i>et al.</i> (2024)	NIVR, RV semi-imersiva e IVR	FMA, ARAT e WMFT ↑ (IVR com melhor FMA); NIVR → melhor BBT
Olana <i>et al.</i> (2025)	Revisão/meta-análise de RV — híbridas IVR/NIVR	AVD e qualidade de vida ↑
Villarroel <i>et al.</i> (2025)	RV não imersiva	FMA e BBT ↑
Xu <i>et al.</i> (2025)	RV gamificada (30 min, 3x/semana por 6 semanas)	FMA e BBT ↑ no grupo RV
Da Silva e Torres (2025)	RV interativa com <i>feedback</i> visual + fisioterapia	FMA-UE, BBT e AVD ↑ no grupo com RV
Hadjipanayi <i>et al.</i> (2025)	RV incluindo desafios baseados em regras e terapias criativas	↑ motivação e engajamento; neuroplasticidade e melhora da qualidade de vida

Abreviações: Realidade virtual (RV); Inteligência artificial (IA); Interatividade anatômica virtual (VAI); Ação-observação (AO); Função motora dos membros superiores → Avaliação de Fugl-Meyer (FMA-UE); Função motora → Avaliação de Fugl-Meyer (FMA); Avaliação de Fugl-Meyer para membro inferior (FMA-LE); Escala de equilíbrio de Berg (BBS); Realidade virtual não imersiva (NIVR); Realidade virtual imersiva (IVR); Teste de Caixa e Bloco → destreza manual (BBT); Amplitude de movimento ativa (AROM); Teste de braço de pesquisa de ação → função motora fina (ARAT); Terapia de realidade virtual, aumentada e mista (VAMR); Estimulação transcraniana por corrente contínua combinada (tDCS); Medida de Independência Funcional (FIM); Teste Muscular Manual (MMT); Morfometria baseada em voxel (VPM); Atividades de vida diária (AVD); Reabilitação cognitiva assistida por computador (CACR); Mini-exame do estado mental (MMSE); Avaliação Cognitiva de Montreal (MoCA); Medida de Independência Funcional (FIM); Reabilitação Baseada em Realidade Virtual (RVBR); Eletroencefalograma (EEG).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERINTO, O. *et al.* Effect of immersive virtual reality therapy on depressive symptoms in stroke survivors: a randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, v. 17, p. 1673–1685, 2023. doi:10.2147/CIA.S375754.

BAI, Y.; LIU, F.; ZHANG, H. Artificial intelligence limb rehabilitation system on account of virtual reality technology on long-term health management of stroke patients in the context of the internet. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, v. 2022, p. 1–9, 2022. doi:10.1155/2022/2688003.

BEDAR, K. *et al.* Virtual reality intervention and its impact on upper extremity function in the stroke population: a scoping review. *Games for Health Journal*, v. 12, n. 6, p. 429–439, 2023. doi:10.1089/g4h.2022.0239.

CAO, Y. *et al.* Effects of virtual reality in post-stroke aphasia: a systematic review and meta-analysis. *Neurological Sciences*, v. 42, p. 5249–5259, 2021. doi:10.1007/s10072-021-05202-5.

CHEN, J.; OR, C. K.; CHEN, T. Effectiveness of using virtual reality–supported exercise therapy for upper extremity motor rehabilitation in patients with stroke: systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *JMIR Serious Games*, v. 9, n. 4, e24111, 2021. doi:10.2196/24111.

CHEN, X. *et al.* Effects of virtual reality rehabilitation training on cognitive function and activities of daily living of patients with poststroke cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2022. doi:10.1016/j.apmr.2022.03.012.

CHOY, C. S. *et al.* Virtual reality and motor imagery for early post stroke rehabilitation. *Biomedical Engineering Online*, v. 22, n. 1, p. 66, 2023. doi:10.1186/s12938-023-01124-9.

DEMECO, A. *et al.* Immersive virtual reality in post stroke rehabilitation: a systematic review. *Sensors*, v. 23, n. 3, p. 1712, 2023. doi:10.3390/s23031712.

ERRANTE, A. *et al.* Effectiveness of action observation therapy based on virtual reality technology in the motor rehabilitation of paretic stroke patients: a randomized clinical trial. *BMC Neurology*, v. 22, n. 1, p. 174, 2022. doi:10.1186/s12883-022-02640-2.

GAO, M. *et al.* A novel active rehabilitation model for stroke patients using EEG signals and deep learning technology. *Frontiers in Aging Neuroscience*, v. 13, p. 766525, 2021. doi:10.3389/fnagi.2021.766525.

HADJIPANAYI, D.; CHRISTODOULOU, C.; MICHAEL-GRIGORIOU, D. Virtual and augmented reality-based interventions in neurorehabilitation: current applications and future directions. In: NTOULIAS, G. (ed.). *Virtual and Augmented Reality in Neurology: Advances and Applications*. Cham: Springer, 2024. p. 109–125. doi:10.1007/978-3-031-87158-0_7.

HAO, J. *et al.* Efeitos da realidade virtual na reabilitação do AVC em estágio inicial: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados. *Physiotherapy Theory and Practice*, v. 39, n. 12, p. 2569–2588, 2022. doi:10.1080/09593985.2022.2094302.

KHAN, A.; PODLASEK, A.; SOMAA, F. Virtual reality in post-stroke neurorehabilitation – a systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*, v. 30, n. 1, p. 53–72, 2021. doi:10.1080/10749357.2021.1990468.

KELLER, J. *et al.* Virtual reality-based treatment for regaining upper extremity function induces cortex grey matter changes in persons with acquired brain injury. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 17, n. 1, p. 127, 2020. doi:10.1186/s12984-020-00754-7.

KIPER, P. *et al.* Effects of immersive virtual therapy as a method supporting recovery of depressive symptoms in post-stroke rehabilitation: randomized controlled trial. *Clinical Interventions in Aging*, v. 17, p. 1673–1685, 2022. doi:10.2147/CIA.S375754.

LEONG, S. C. *et al.* Examining the effectiveness of virtual, augmented, and mixed reality (VAMR) therapy for upper limb recovery and activities of daily living in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 19, n. 1, p. 133, 2022. doi:10.1186/s12984-022-01071-x.

LLORENS, R. *et al.* Effectiveness of a combined transcranial direct current stimulation and virtual reality-based intervention on upper limb function in chronic individuals post-stroke with persistent severe hemiparesis: a randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 18, n. 1, p. 96, 2021. doi:10.1186/s12984-021-00896-3.

PENG, Q.; YIN, L.; CAO, Y. Effectiveness of virtual reality in the rehabilitation of motor function of patients with subacute stroke: a meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 2021. doi:10.3389/fneur.2021.639535.

RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, M. *et al.* Can specific virtual reality combined with conventional rehabilitation improve poststroke hand motor function? A randomized clinical trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 20, n. 1, p. 48, 2023. doi:10.1186/s12984-023-01170-3.

SILVA, I. M. Avaliação da influência da realidade virtual na reabilitação funcional de idosos pós-AVC. 2025. Dissertação (Mestrado em Reabilitação Funcional) – Centro Universitário São José, Rio de Janeiro, 2025.

SOLEIMANI, M.; GHAZISAEEDI, M.; HEYDARI, S. The efficacy of virtual reality for upper limb rehabilitation in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, v. 24, n. 1, p. 73, 2024. doi:10.1186/s12911-024-02534-y.

VILLARROEL, R. *et al.* Virtual reality therapy for upper limb motor impairments in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Research International*, v. 29, n. 2, e70040, 2024. doi:10.1002/pri.70040.

OLANA, D. D. *et al.* Effect of upper limb training based on virtual reality on activities of daily living and quality of life in stroke survivors: a systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 22, p. 92, 2025. doi:10.1186/s12984-025-01603-1.

XIAO, Z. *et al.* Comparison of virtual reality and computer assisted cognitive rehabilitation in post stroke patients: network meta analysis. *Journal of Clinical Neuroscience*, v. 103, p. 85–91, 2022. doi:10.1016/j.jocn.2022.07.005.

XU, S. *et al.* Virtual reality enhanced exercise training in upper limb function of patients with stroke: meta-analytic study. *JMIR Serious Games*, v. 12, p. e66802, 2024. doi:10.2196/66802.

ZHANG, B.; WONG, K. P.; QIN, J. Effects of virtual reality on the limb motor function, balance, gait, and daily function of patients with stroke: systematic review. *Medicina*, v. 59, n. 4, p. 813, 2023. doi:10.3390/medicina59040813.

ZHANG, J. *et al.* Effect of virtual reality-based training on upper limb dysfunction during post-stroke rehabilitation: a meta-analysis combined with meta-regression. *Journal of Integrative Neuroscience*, v. 22, n. 12, p. 225, 2023. doi:10.1186/s12984-025-01603-1.