

**APLICAÇÃO DA ROBÓTICA NA REABILITAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA PARA
GANHO MOTOR EM PACIENTES COM HEMIPARESIA NO MEMBRO SUPERIOR
APÓS ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL ISQUÊMICO SUBAGUDO**

**APPLICATION OF ROBOTICS IN PHYSIOTHERAPEUTIC REHABILITATION FOR
MOTOR GAIN IN PATIENTS WITH UPPER LIMB HEMIPARESIS AFTER
SUBACUTE STROKE**

Clara Pereira dos Santos e Mariana Cássia Miller Alves Silva

Graduandas do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.

Gabriela Barbieri da Silva Torres

Fisioterapeuta, Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José;
Mestre em Ciências das Atividades Físicas, Pós-graduada em Neurociências
aplicada à Reabilitação, Pós-graduada em Órtese e Prótese.

Frederico Augusto Vieira de Castro

Phd em Ciências, Departamento de Bioquímica, Instituto de Química, UFRJ;
Docente do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário São José.

RESUMO

O Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVCi) é uma das principais causas de incapacidade funcional no Brasil, sendo a hemiparesia do membro superior uma de suas sequelas mais incapacitantes. A fisioterapia convencional, com exercícios e estratégias voltadas à força, amplitude e coordenação, constitui a base do tratamento. Contudo, a robótica aplicada à reabilitação tem ganhado destaque por possibilitar treinos repetitivos, intensivos e personalizados, favorecendo a neuroplasticidade e ampliando as chances de recuperação funcional. O objetivo deste estudo foi analisar, por meio de revisão de literatura, a eficácia da robótica na reabilitação do membro superior em pacientes com AVCi subagudo. A pesquisa se trata como uma revisão de literatura descritiva contemplando artigos publicados entre 2017 e 2025, nas bases SciELO, Google Acadêmico e PubMed, utilizando descritores relacionados a fisioterapia, robótica e hemiparesia. Os resultados mostraram que a robótica, principalmente quando associada à fisioterapia convencional, promoveu ganhos significativos na função motora, força muscular, e atividades de vida diária. Além disso, alguns estudos destacaram o aumento do uso espontâneo do membro parético e melhorias na qualidade de vida, aspectos fundamentais para a independência funcional. Entretanto, determinados trabalhos não identificaram superioridade da robótica em relação à fisioterapia convencional, indicando que sua eficácia pode depender da intensidade do protocolo e do perfil dos pacientes. Este estudo conclui que a robótica é um recurso inovador e complementar, capaz de potencializar os resultados da fisioterapia neurológica, mas que ainda exige maior padronização de protocolos e análises de custo-benefício. Portanto, a robótica representa uma ferramenta promissora para ampliar a independência funcional e a qualidade de vida de indivíduos com hemiparesia pós-AVCi.

Palavras-chave: Acidente vascular cerebral isquêmico, Fisioterapia, Robótica no membro superior.

ABSTRACT

Ischemic stroke (IS) is one of the leading causes of functional disability in Brazil, with upper limb hemiparesis being one of its most debilitating sequelae. Conventional physical therapy, with exercises and strategies focused on strength, range of motion, and coordination, constitutes the basis of treatment. However, robotics applied to rehabilitation has gained prominence for enabling repetitive, intensive, and personalized training, promoting neuroplasticity and increasing the chances of functional recovery. The objective of this study was to analyze, through a literature review, the effectiveness of robotics in upper limb rehabilitation in patients with subacute ischemic stroke. The research is a descriptive literature review of articles published between 2017 and 2025 in the SciELO, Google Scholar, and PubMed databases, using descriptors related to physical therapy, robotics, and hemiparesis. The results showed that robotics, especially when combined with conventional physical therapy, promoted significant gains in motor function, muscle strength, and activities of daily living. Furthermore, some studies have highlighted increased spontaneous use of the paretic limb and improvements in quality of life, fundamental aspects for functional independence. However, some studies have not identified any superiority of robotics over conventional physical therapy, indicating that its effectiveness may depend on the intensity of the protocol and the patient's profile. This study concludes that robotics is an innovative and complementary resource capable of enhancing the results of neurological physical therapy, but it still requires greater standardization of protocols and cost-benefit analyses. Therefore, robotics represents a promising tool for increasing functional independence and quality of life for individuals with post-stroke hemiparesis.

Keywords: Stroke, Physiotherapy, Robotic in the upper limb.

INTRODUÇÃO

O Acidente Vascular Cerebral Isquêmico (AVCi) é uma das doenças com os maiores índices de incapacidade e mortalidade no Brasil, caracterizado pela interrupção total ou parcial do fluxo sanguíneo, podendo ocasionar morte ou incapacidade irreversível (Barthels; Das, 2020).

Dentre as possíveis sequelas do AVCi, destacam-se os comprometimentos cognitivos e motores. Quando os déficits motores atingem tanto o membro inferior quanto o membro superior, podem interferir de forma significativa na funcionalidade global do indivíduo, especialmente devido à presença de espasticidade. Estima-se que essas consequências estejam presentes em aproximadamente 50% dos casos pós-AVCi (Einstad *et al.*, 2021). Além disso, pode ser dividido em fases: aguda, subaguda e crônica, sendo a fase subaguda definida pelo período entre a 1ª semana e o 3º mês após o evento, considerado ideal para intervenções fisioterapêuticas devido à maior capacidade de recuperação neuromotora (Aprile *et al.*, 2020).

As limitações nos membros superiores afetam a qualidade de vida, dificultando tarefas simples, como levar um copo de água à boca, devido à perda de função e destreza, tornando a reabilitação um desafio que exige abordagens terapêuticas específicas (Valladares *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, o AVCi representa a segunda maior causa de morte no mundo e segue sendo uma das principais causas de incapacidade funcional (Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSEH, 2023). No Brasil, entre os anos de 2018 e 2021 foram contabilizados um total de 403.810 óbitos, desse total, 52,29% ocorreram entre indivíduos do sexo masculino. Quanto à faixa etária, foi observado que 66,38% das mortes afetaram pessoas com 70 anos ou mais, evidenciando a vulnerabilidade da população idosa frente a essa condição (Lima; Soares; Ferreira, 2024).

A fisioterapia é a principal abordagem no tratamento do membro superior parético no AVCi, com o objetivo de melhorar a funcionalidade e reduzir as sequelas motoras, através do ganho de força, amplitude e coordenação do movimento. Técnicas tradicionais, como exercícios ativos, passivos, alongamentos e facilitação neuromuscular proprioceptiva, visam melhorar a independência funcional do paciente (Santos *et al.*, 2020).

Atualmente, o uso de dispositivos robóticos na reabilitação da extremidade superior tem ganhado destaque, especialmente a mão robótica, que funciona por meio de sensores e atuadores. Essa abordagem oferece uma interação controlada e repetitiva, estimulando a neuroplasticidade e promovendo a recuperação da função motora fina de forma eficiente e personalizada (Lopes *et al.*, 2022).

É possível analisar a atuação da robótica por meio de artigos, como por exemplo, em um estudo de caso, a reabilitação com uso de dispositivos contribuiu consideravelmente para a recuperação do membro superior afetado, com melhora de aproximadamente 66% nos itens avaliados, dentre eles podemos apontar avanços na função manual, força muscular, amplitude e precisão dos movimentos, além de aperfeiçoamento da coordenação motora fina, resultando em maior autonomia nas atividades diárias e com isso, causando um impacto positivo na qualidade de vida do paciente (Santos; Almeida, 2023).

A integração da mão robótica às terapias de reabilitação se apresenta como uma estratégia viável e eficiente para favorecer a recuperação do movimento em indivíduos com hemiparesia, representando um grande avanço no campo da fisioterapia neurológica. Portanto, torna-se fundamental aprofundar a investigação sobre a eficácia da utilização da mão robótica na reabilitação do membro superior em pacientes na fase subaguda do AVCi. Essa abordagem não apenas complementa a fisioterapia convencional, mas também potencializa os ganhos motores e funcionais

ao oferecer estímulos repetitivos, intensos e personalizados, favorecendo a neuroplasticidade e a recuperação motora. Ao reunir evidências científicas, este estudo tem como objetivo geral reforçar a relevância clínica e acadêmica da robótica como um recurso inovador e promissor, capaz de ampliar o ganho motor, qualidade de vida, e a independência funcional dos pacientes acometidos por hemiparesia pós-AVCi.

METODOLOGIA

A pesquisa trata-se de uma revisão de literatura descritiva, realizada nas bases de dados multidisciplinares e nas bases específicas da área de saúde. As bases de dados utilizadas foram SCIELO, Google Acadêmico e PubMed.

Como apresenta a figura 1, nos critérios de inclusão foram selecionados artigos científicos da língua inglesa e portuguesa, que abrangesse o período de 2017 a 2025. Foram levantados artigos que abordassem a robótica para o ganho motor pós AVCi, reabilitação e melhora das sequelas. A atuação da fisioterapia na melhora da hemiparesia, força muscular, função e qualidade de vida. Dentre os critérios de exclusão encontram-se materiais como, artigos sem respostas conclusivas sobre o tema deste trabalho; Artigos anteriores a 2017 e que não estivessem disponíveis na íntegra.

O descritor principal utilizado foi: Acidente Vascular Cerebral Isquêmico. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: AVCi; robótica; hemiparesia; reabilitação; fisioterapia;

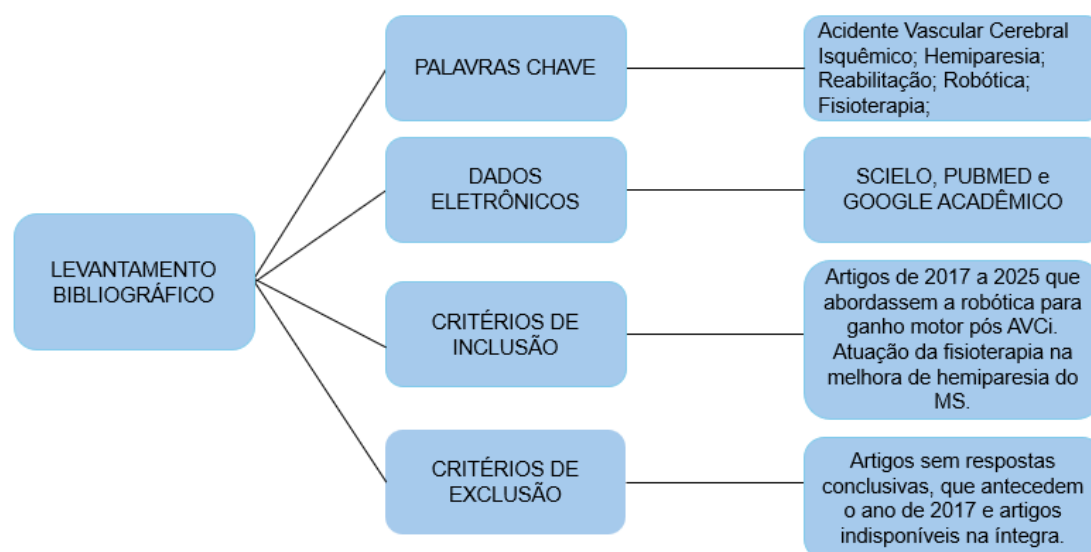


Figura 1: Levantamento bibliográfico em dados de pesquisa eletrônica.

A figura 2 representa a estratégia de busca dos artigos científicos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão explicitados na metodologia desta revisão. Foram descritas as bases de busca os motivos pelos quais artigos foram excluídos. Ao final, após a exclusão de artigos, compôs o quadro de resultados o número de estudos.

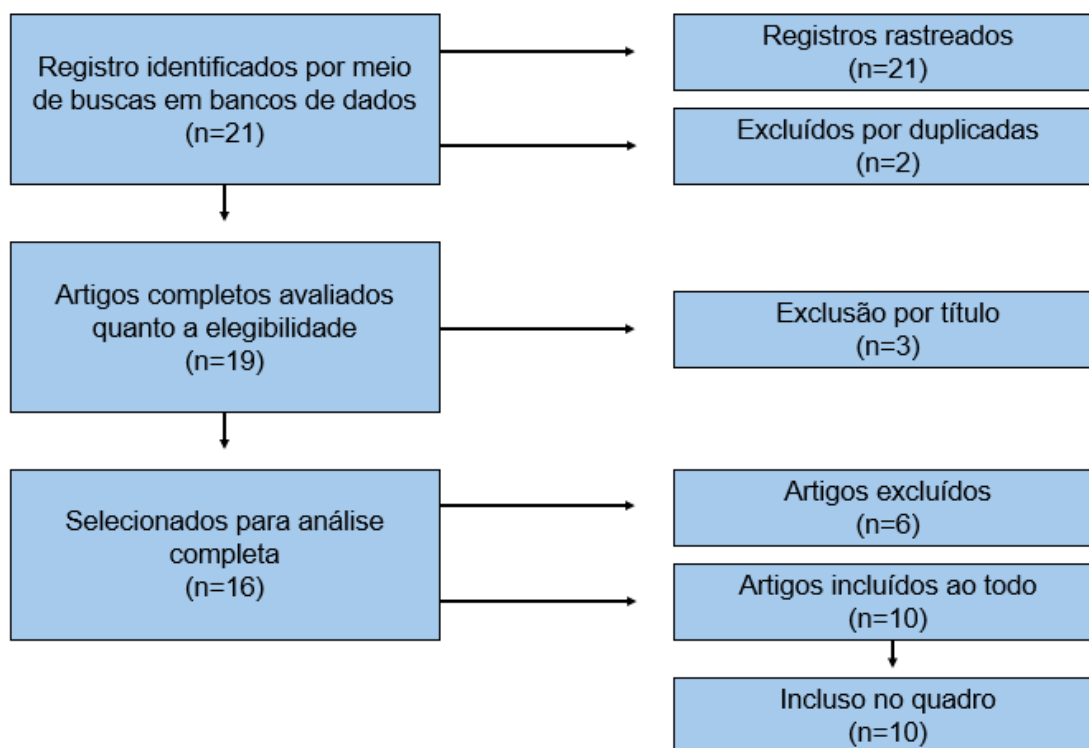


Figura 2: Apresentação do fluxograma com a busca dos artigos segundo a metodologia aplicada

No quadro de resultados, os artigos escolhidos tiveram como objetivo a utilização da robótica na reabilitação fisioterapêutica no membro superior hemiparético após AVCi subagudo, como mostra o quadro 1, seguindo a estratégia PICOS.

A estratégia PICOS é uma ferramenta utilizada para estruturar perguntas de pesquisa e orientar a formulação das estratégias de busca em bases científicas. Nessa abordagem, o P corresponde à população ou pacientes, o I à intervenção de interesse, o C à comparação entre intervenções, o O aos desfechos ou resultados esperados e o S ao tipo de estudo considerado. Esse sistema facilita a definição dos termos de busca, tornando o processo mais preciso e garantindo a seleção de evidências científicas mais relevantes e adequadas ao objetivo do estudo (Costa; Mendes; Freitas, 2025).

Quadro 1: Estratégia PICOS

P	Pessoas com AVCi subagudo com hemiparesia no membro superior
I	Robótica
C	Robótica no MS X Fisioterapia convencional
O	O uso da terapia robótica na melhora da função do membro superior parético pós AVC.
S	Ensaio clínico randomizado

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O acidente vascular cerebral (AVC) é uma doença vascular grave, que acomete o cérebro. Ocorre quando há a interrupção nos vasos que transportam sangue ao cérebro, assim impedindo a circulação sanguínea, falta de oxigenação e o transporte de nutrientes no local, provocando a paralisação na área cerebral (Hospital Israelita Albert Einstein, 2021).

O AVC ocorre pela paralisação ou alteração do fluxo de sangue do cérebro, com isso, ocorre a morte de células nervosas na região atingida. Ele pode se originar de uma obstrução dos vasos sanguíneos chamado acidente vascular cerebral isquêmico ou de uma ruptura do vaso, chamado de acidente vascular cerebral hemorrágico (Brasil, 2023).

O Ministério da Saúde publicou recentemente uma matéria destacando a gravidade do Acidente Vascular Cerebral (AVC) no Brasil. Segundo o órgão, o AVC é responsável por mais de 100 mil mortes anualmente no país, sendo a segunda maior causa de óbitos. No primeiro semestre de 2022, foram registrados cerca de 56 mil óbitos por AVC, superando as mortes por infarto e COVID-19 no mesmo período (Brasil, 2023).

Os fatores de risco que contribuem para o AVC são doenças como Diabetes Mellitus, hipertensão arterial, sedentarismo, consumo de tabaco e álcool, doenças cardíacas, estresse e fatores emocionais. Além de condições como colesterol alto, obesidade e predisposição genética. A aterosclerose, condição que caracteriza acúmulo de gordura nas paredes de artérias carótidas está associada a 15% dos

casos de acidente vascular cerebral. O controle dos fatores de risco, por maioria fatores modificáveis, são fundamentais para prevenção de um AVC (Lima, 2021).

O Acidente Vascular Cerebral Isquêmico se caracteriza pela interrupção ou redução súbita do fluxo sanguíneo, geralmente por um coágulo, trombo ou êmbolo, que impede a passagem de sangue em uma artéria cerebral. A lesão primária é o infarto cerebral, uma perda reversível da função tecidual e com o tempo, vem a perda de neurônios e estruturas cerebrais, causando a destruição de células. Existem diversos mecanismos e desencadeadores para uma oclusão vascular e doenças por trás deles (Lima, 2021).

O acidente vascular cerebral (AVC) subagudo ocorre geralmente entre uma semana e três meses após o evento inicial, sendo uma fase de estabilização dos sintomas e início da recuperação neurológica. É um período essencial para a reabilitação, especialmente fisioterapêutica, visando melhorar função motora, linguagem e cognição, prevenir complicações secundárias e promover a retomada das atividades diárias (Brito *et al.*, 2020).

A embolia é a causa mais comum do acidente vascular cerebral, a maioria deles são êmbolos gerados no coração devido a alguma doença cardíaca. Alguns distúrbios cardíacos que podem levar a um AVC são, fibrilação atrial, doença cardíaca vascular, cardiopatia por infarto do miocárdio e hipertensão. A aterosclerose e a trombose cerebral são fatores muito comuns no acidente vascular cerebral isquêmico (Feske, 2021).

A magnitude da queda do fluxo sanguíneo e a duração, determinam se o infarto cerebral é reversível ou não. Com uma queda de aproximadamente 50% do fluxo, uma queda superior ocorre uma disfunção neuronal reversível, levando ao paciente ter sintomas isquêmicos, mas, se o fluxo for restaurado rápido o suficiente, a função neuronal retorna caracterizando um Ataque Isquêmico Transitório (Feske, 2021).

O acidente vascular cerebral hemorrágico (AVCh), se caracteriza por um sangramento cerebral, pela ruptura de vaso sanguíneo, pode ser dividido em hemorragia subaracnóidea (SAH) e hemorragia intracerebral (ICH). A hemorragia intracerebral é o sangramento do parênquima cerebral e a subaracnóidea é o sangramento no espaço subaracnóideo. O AVCh está associado a uma taxa alta de mortalidade e morbidade grave (Unnithan; Das; Mehta, 2023).

A causa mais comum do acidente vascular cerebral hemorrágico é a hipertensão, outros fatores são tabagismo, alto consumo de álcool, doenças hepáticas crônicas, idade, sexo masculino e tumores (Unnithan; Das; Mehta, 2023).

Em 2023, foram registrados 24.173 casos notificados de AVC isquêmico (AVCi) no Brasil. Somente na região Sudeste, foram contabilizados 11.312 desses casos. Em relação ao sexo, os homens lideraram o número de ocorrências, com 12.751 internações, superando as mulheres, que registraram 11.422 casos. Quanto à faixa etária, a maior incidência ocorreu entre idosos de 60 a 79 anos evidenciando a vulnerabilidade dessa população. Outro fator relevante é a raça: pessoas pardas apresentaram o maior número de internações por AVCi, totalizando 11.668 casos (Silva *et al.*, 2024).

Diante da alta incidência do AVCi, principalmente entre idosos e grupos vulneráveis, é essencial compreender os fatores de risco e a distribuição dos casos, mas também as consequências clínicas que a doença pode provocar, diante disso, é fundamental entender e discutir quais são as sequelas deixadas pelo AVC (Sul *et al.*, 2019).

As sequelas de um Acidente Vascular Cerebral variam de acordo com a área cerebral afetada, tamanho do dano e a rapidez do diagnóstico e tratamento.

Déficits motores: Pode se manifestar com lesões que afetam qualquer segmento do circuito motor, a nível cortical que incluem a área motora primária, suplementar e pré-motora ou subcortical atingindo gânglios da base, tálamo, capsula interna, diencéfalo e mesencéfalo. As sequelas mais comuns são: Hemiplegia ou hemiparesia, paresia facial, espasticidade, clônus, hiperreflexia, ataxia, apraxia e disfunção da marcha (Mozaffarian *et al.*, 2020).

Diante das sequelas motoras, é comum que o membro superior do paciente apresente comprometimentos motores significativos, como fraqueza muscular, espasticidade, dor e perda coordenação motora. Afetando diretamente a motricidade fina e grossa, os pacientes têm como consequência dificuldade para realizar suas atividades básicas do dia a dia, como manipular objetos, realizar movimentos voluntários e executar tarefas simples da sua rotina, por exemplo, escovar os dentes, pentear os cabelos e vestir-se, ocasionando maior necessidade de ajuda (Lopes, 2019).

Segundo Lopes (2019), a limitação funcional do membro superior reduz a autonomia, compromete o desempenho nas tarefas diárias e impacta de forma negativa na autoestima e na qualidade de vida do indivíduo.

Alterações de linguagem: A afasia e a Disartria são sequelas muito comuns pós AVC que afetam a comunicação. A afasia é um distúrbio de linguagem resultante de danos cerebrais, são déficits de fluência, compreensão, leitura e escrita. Existem variações do distúrbio, a Afasia de Broca (não fluente) que consiste na dificuldade de falar, fala lenta e esforçada, mas com uma boa compreensão. Afasia de Wernicke (fluente) que consiste na fala fluente, mas sem compreensão e sentido e a Afasia Global que o indivíduo acometido apresenta comprometimento severo da compreensão e expressão (Rosendo *et al.*, 2022).

A disartria é um distúrbio motor da fala causada por lesões do SNC, que comprometem o controle dos músculos responsáveis pelas articulações das falas. Se caracteriza pela fala lenta, arrastada, voz fraca e articulação imprecisa (Rosendo *et al.*, 2022).

Comprometimento cognitivo: Acomete até 50% dos pacientes e afeta significativamente a qualidade de vida dos pacientes. Afetam as áreas cerebrais responsáveis pela atenção, memória, linguagem, motricidade, alterações visuoespaciais e demência (Requião, 2021).

Na fisioterapia existem inúmeras abordagens no tratamento das sequelas do AVCi, dentre elas destacam-se a cinesioterapia, hidroterapia e a realidade virtual. Na hidroterapia, por exemplo, as atividades realizadas na piscina oferecem benefícios, além da reabilitação física, como a liberdade de movimento devido as propriedades da água (Santos *et al.*, 2022). De acordo com Penha (2021), a cinesioterapia é atualmente considerada a principal opção terapêutica, sendo uma prática tradicional e eficaz da fisioterapia, que oferece diversos benefícios aos pacientes. Por fim, evidencia-se a realidade virtual, uma abordagem mais atual que abrange novas tecnologias, seu diferencial é a imersão, a qual estimula e motiva os pacientes, contribuindo para melhores resultados no processo de reabilitação (Demeco *et al.*, 2023).

Em 2002, teve início os desenvolvimentos de dispositivos robóticos para reabilitar a capacidade de movimento de pessoas com deficiência pós-AVCi, com base em estudos que evidenciaram o potencial da plasticidade neuronal e os benefícios de práticas desafiadoras e orientadas por tarefas no processo de

reabilitação. Com isso, o uso de aparelhos robóticos na reabilitação tem se expandindo mundialmente especialmente por suas vantagens como a maior qualidade no tratamento comparado a terapias tradicionais, além da oferta de movimentos precisos e aplicação de forças adequadas durante o treinamento (Plentz, Blauth, 2021).

A robótica aplicada ao membro superior oferece benefícios significativos, principalmente na reabilitação física. Entre os principais, se destaca a possibilidade de promover a recuperação motora de forma mais eficiente em pacientes que sofreram um AVC. O dispositivo foca em movimentos que são essenciais para a funcionalidade do membro superior, permitindo a execução de exercício repetitivos e controlados, fundamentais para o estímulo da neuroplasticidade e recuperação das funções que foram comprometidas (Moreira, 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 a seguir apresenta os principais achados dos estudos incluídos, com descrição da amostra, intervenções realizadas e resultados observados em cada pesquisa.

Quadro 2: Apresentação dos resultados com busca dos artigos selecionados

AUTOR	OBJETIVO	AMOSTRA	INTERVENÇÃO	RESULTADOS
Yang, Liu et al., 2024.	Comparar os efeitos da terapia robótica X terapia convencional na melhora da recuperação motora do MS em pacientes com AVC.	53 pacientes TR: 26 pacientes terapia robótica + terapia convencional. TC: 27 pacientes terapia convencional.	TC: Fisioterapia convencional motora. TR: reabilitação de MS, com exercícios de movimentos repetitivos e assistidos voltados para ombro, cotovelo e mão. O protocolo foi realizado por 60 minutos, 5x por semana, por 4 semanas.	TR (terapia robótica + fisioterapia) apresentou melhor recuperação motora do MS em comparação ao grupo TC. Houve ganhos em função motora, AVDs e uso espontâneo do braço afetado.
Aprile, Irene et al., 2020.	Avaliar o uso da robótica na melhora do MS X terapia convencional, com foco na função motora, nas AVDs e na participação social.	122 pacientes TR: 61 pacientes terapia robótica TC: 61 pacientes terapia convencional. 45 minutos, 5 dias por semana totalizando 30 sessões.	TR: Tarefas motoras e cognitivas, exercícios passivos, ativo-assistido e resistido de flexão e extensão de ombro, cotovelo, punho e dedos. TC: exercícios passivos e ativo-assistido de flexão e extensão de ombro, cotovelo, punho e dedos.	Os grupos apresentaram melhora na função motora do MS, a TR apresentou melhor resultado na melhora da força muscular, indicando mudanças similares entre os grupos, com vantagem para o TR.

Bhattacharjee, Souvik et al., 2024.	Avaliar a eficácia da terapia robótica + treinamento de AVDs X terapia convencional + treinamento de AVDs.	44 pacientes, divididos em: TR: terapia robótica TC: terapia convencional.	TR: 30 minutos de terapia robótica + treinamento de AVDs por 30 minutos. TC: 30 minutos de terapia convencional + treinamento de AVDs por 30 minutos.	Comparado ao grupo TC, a TR apresentou melhoras na função do braço, mobilidade articular, desempenho nas AVDs, uso da mão e qualidade de vida.
Zhang, Jing-Zhi et al., 2025.	Avaliar a eficácia do treino robótico inteligente + RFE na melhora da função motora dos MMSS.	81 pacientes. Divididos em 3 grupos com 27 pacientes cada: IRAT, RFE e TC.	IRAT: 30 min de RFE + 30 min de IRAT com jogos terapêuticos e feedback em tempo real. RFE: 30 min de exercícios repetitivos. TC: terapia convencional com movimentos ativos, passivos e TO.	O grupo IRAT obteve melhores resultados na função motora, na execução de tarefas e na redução do tempo necessário para realizá-las, comparado aos outros dois grupos.
Ma, Di et al., 2022.	Avaliar a eficácia do treinamento bimanual assistido por robô.	19 pacientes RBMT: treino bimanual com reprodução das tarefas da mão não afetada na mão afetada. TC: terapia convencional. 5x por semana, por 4 semanas.	RBMT: treinamento com exoesqueleto na mão afetada e luva sensora na mão não afetada + 30 minutos de terapia convencional. Grupo TC: Treinamento funcional unilateral + 30 minutos de terapia convencional	Os dois grupos apresentaram melhora da função do MS, mas o grupo RBMT apresentou melhor resultado na recuperação precoce da função distal da mão e nas AVDs.
Iwamoto, Yuji et al., 2019.	Avaliar o robô exoesquelético uniarticular de MS com terapia convencional na melhora das AVDs e no uso do MS hemiparético em pacientes com AVC.	30 pacientes GA: Terapia combinada (robótica + convencional) GB: Terapia convencional.	GA: 5 dias de terapia combinada + terapia ocupacional). GB: recebeu 5 dias de terapia convencional. Exoesqueleto fixado no cotovelo, auxiliando na flexão e extensão – 200 repetições por sessão de 40 minutos.	GA: melhorias na função motora do MS e nas AVDs, na tarefa de vestir a parte superior do corpo. Uso espontâneo do MS hemiparético aumentou nos períodos com o exoesqueleto, GA+GB: efeitos positivos durante a intervenção combinada.
Ranzani, Rafael et al., 2020.	Comparar a terapia neurocognitiva da mão robótica X terapia neurocognitiva convencional na redução do déficit motor no MS.	27 pacientes com AVC subagudo TR: 14 pacientes TC: 13 pacientes 15 sessões de 45 minutos em 4 semanas.	TR: neurocognitiva com robô com exercícios motores, sensoriais e cognitivos (como preensão, pronação, supinação, diferenciação de rigidez, percepção tátil e planejamento motor). TC: neurocognitiva e convencional.	A TR se mostrou equivalente a TC em termos de recuperação motora dos MMSS. Os grupos tiveram melhoras clínicas na função da mão, incluindo ganhos motores, sensoriais e cognitivos.

Rodgers, Helen. et al., 2019.	Avaliar a eficácia da TR melhora a função do MS após AVC, comparando TR X TC X CH do sistema de saúde.	770 pacientes TR: 257 TC: 259 CH: 254 45 minutos 3x por semana por 12 semanas.	TR: exercícios repetitivos por robô, com ombro, cotovelo, punho e mão. TC: prática intensiva de tarefas funcionais e repetitivas, centradas em objetivos do paciente. CH: fisioterapia.	Todos tiveram melhora motora, mas o TR não mostrou superioridade em relação ao TC e CH quanto melhor desempenho em AVDs e menor déficit motor, diferente do TC que obteve uma melhor eficácia.
Dehem, Stephani e et al., 2019.	Avaliar a eficácia da robótica no MS usada como substituição parcial a TC na fase inicial da reabilitação do AVC, seguindo os 3 domínios da CIF.	45 pacientes TR: 23 pacientes, convencional + robótica TC: 22 pacientes, terapia convencional.	TC: Convencional TR: substituiu 25% da TC por 36 sessões de 45 minutos por 9 semanas com exercícios em forma de jogo para movimentar a mão parética. Avaliação: 1º mês, após 9 semanas e após 6 meses. Através CIF: função, atividades e participação social.	A TR se mostrou mais eficaz, principalmente comparado a TC, apresentou melhora na destreza manual bruta e na capacidade dos músculos superiores durante tarefas funcionais e a interação social do paciente.
Ko, Ming Jian et al., 2023.	Avaliar as luvas robóticas + TC na melhora da função do MS pós-AVC X TC utilizando as escalas: FMA-UE, JTT, BBT e força de preensão.	276 pacientes TR: 142 pacientes no (robótica + convencional) TC: 134 pacientes. 5 sessões por 4 semanas de 30 minutos.	TR: luvas robóticas macias + TC. As luvas robóticas auxiliaram em movimentos repetitivos da mão e dos dedos, como flexão, extensão e preensão, muitas vezes com biofeedback visual. TC: fisioterapia e terapia ocupacional.	TR: melhorias comparadas a TC, na avaliação motora do MS, e no desempenho global do braço quanto a função específica da mão e dedos. Ganhos no teste JTT e não houve benefícios consistentes nos outros testes.

Legenda: TC: Terapia convencional – TR: Terapia robótica – TO: Terapia ocupacional – MS: Membro superior – MMSS: Membros superiores – AVDs: Atividade de vida diária – CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade – FMA-UE: Fugl Meyer para membros superiores – JTT: Teste de Função da Mão de Jebsen-Taylor – BBT: Teste da Caixa e Blocos – CH: Cuidados habituais – IRAT: Treinamento robótico inteligente – REF: Exercícios facilitadores repetitivos – RBMT: Treinamento bimanual assistido por robô.

A análise dos artigos selecionados permite observar que a utilização da terapia robótica (TR) na reabilitação do membro superior (MS) pós-acidente vascular cerebral (AVC) apresenta resultados relevantes e, em sua maioria, positivos. Apesar das variações metodológicas entre os estudos, torna-se evidente que a TR representa um recurso inovador capaz de potencializar a recuperação motora, sensorial e funcional de pacientes acometidos por déficits neurológicos.

Estudos como Yang et al., 2024; Aprile et al., 2020; Bhattacharjee et al., 2024; Zhang et al., 2025; Ma et al., 2022, destacaram superioridade ou benefícios adicionais da terapia robótica em comparação à terapia convencional. Nessas pesquisas,

podemos citar os ganhos primários da terapia robótica (figura 3), onde, promoveu ganhos significativos na função motora do membro superior, mas também em domínios mais amplos, como a melhora da força muscular, a execução de atividades de vida diária (AVDs), uso espontâneo do membro parético e até mesmo na qualidade de vida dos pacientes. Esses achados reforçam a hipótese de que o uso da robótica, especialmente quando associado a exercícios repetitivos, cognitivos e com feedback sensorial, pode induzir maior plasticidade neural e, conseqüentemente, favorecer uma reabilitação mais abrangente e efetiva.

Com isso, podemos destacar o aumento do uso espontâneo do membro superior parético, relatado por Iwamoto et al. (2019) e Yang et al. (2024). Esse resultado constitui um achado clínico relevante, pois evidencia que a terapia robótica é capaz de promover não apenas melhorias motoras dentro do ambiente terapêutico, mas também a transferência desses ganhos para o cotidiano, estimulando o uso funcional e natural do membro acometido em tarefas diárias. Esse efeito, pouco observado em outras intervenções, reforça a eficácia da robótica como recurso de reabilitação e seu potencial em ampliar a independência funcional e a qualidade de vida dos pacientes.

Em relação aos ganhos secundários (figura 3), os estudos analisados evidenciam benefícios que ultrapassam a recuperação motora primária. Bhattacharjee et al. (2024) ressaltaram avanços importantes na mobilidade articular e na qualidade de vida dos pacientes submetidos ao treino de atividades de vida diária aliado ao uso da robótica. Zhang et al. (2025) acrescentaram que a integração de exercícios repetitivos facilitadores com feedback em tempo real não apenas favoreceu o desempenho motor, mas também reduziu o tempo de execução das tarefas, refletindo em maior eficiência funcional no cotidiano. Ma et al. (2022) demonstraram que o treinamento bimanual assistido por robô estimulou maior engajamento do membro afetado, potencializando a participação ativa do paciente e favorecendo a execução precoce de tarefas unilaterais. Dessa forma, observa-se que a terapia robótica, além de promover ganhos motores, gera efeitos adicionais significativos que ampliam a autonomia, favorecem a reintegração do paciente em sua rotina e contribuem para o bem-estar geral.

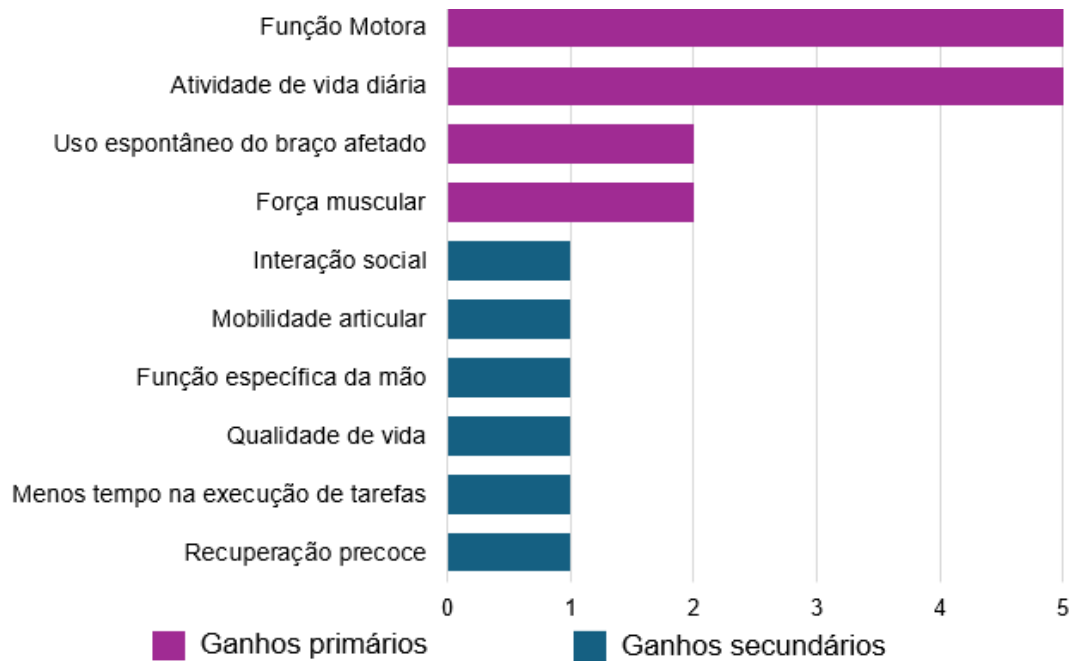


Figura 3: Representação dos ganhos primários e secundários nos desfechos analisados.

Entretanto, também há estudos que não apontaram resultados superiores para robótica. Em Ranzani et al. (2020) a terapia robótica não apresentou superioridade em relação à terapia convencional, principalmente porque foi aplicada em sessões de 45 minutos ao longo de quatro semanas, sempre em intensidade equivalente à intervenção manual, o que resultou em desfechos semelhantes. Já Rodgers et al. (2019), a terapia robótica também mostrou equivalente à terapia convencional, o protocolo utilizado, 45 minutos, 3 vezes por semana, durante 12 semanas, não garantiu uma carga terapêutica suficiente para produzir ganhos funcionais, principalmente pela inclusão de pacientes com comprometimento moderado a grave dos membros superiores contribuiu para limitar a recuperação funcional. Essa constatação levanta uma importante reflexão: embora a robótica represente uma inovação tecnológica com elevado potencial, a terapia convencional, quando aplicada de forma estruturada, intensiva e com foco em tarefas funcionais, ainda se mostra altamente eficaz.

Além disso, os resultados evidenciaram a eficácia da robótica quando utilizada de forma combinada com a terapia convencional (Dehem et al., 2019; Iwamoto et al., 2019; Ko et al., 2023). Nessas situações, a robótica funcionou como um recurso complementar, capaz de intensificar os exercícios repetitivos, promover maior engajamento do paciente por meio de biofeedback ou jogos interativos, e otimizar o treinamento motor. Já a terapia convencional, por sua vez, se mostrou essencial para

a transferência dos ganhos motores para atividades funcionais e situações da vida diária.

Cabe ressaltar também que alguns estudos, como o de Ko et al. (2023), evidenciaram benefícios específicos da TR em testes motores e funcionais, enquanto outros parâmetros não mostraram ganhos consistentes. Esse achado aponta para a necessidade de maior padronização dos protocolos e instrumentos de avaliação, uma vez que as variações metodológicas dificultam a comparação direta entre os estudos e pode mascarar ou superestimar os efeitos da intervenção.

De modo geral, os ganhos apresentados (figura 4), demonstram que tanto a terapia robótica isolada quanto a combinada e a convencional proporcionaram avanços relevantes na recuperação motora do membro superior em pacientes pós AVCi. Com isso, foi observado que, independentemente do tipo de intervenção, houve melhora consistente na força muscular, função motora, mobilidade articular e desempenho nas atividades de vida diária. Os estudos analisados indicaram efeitos positivos sobre o uso espontâneo do membro parético e na qualidade de vida, evidenciando que todas as abordagens, quando aplicadas de forma estruturada e intensiva, podem contribuir significativamente para o ganho funcional e a independência dos pacientes.

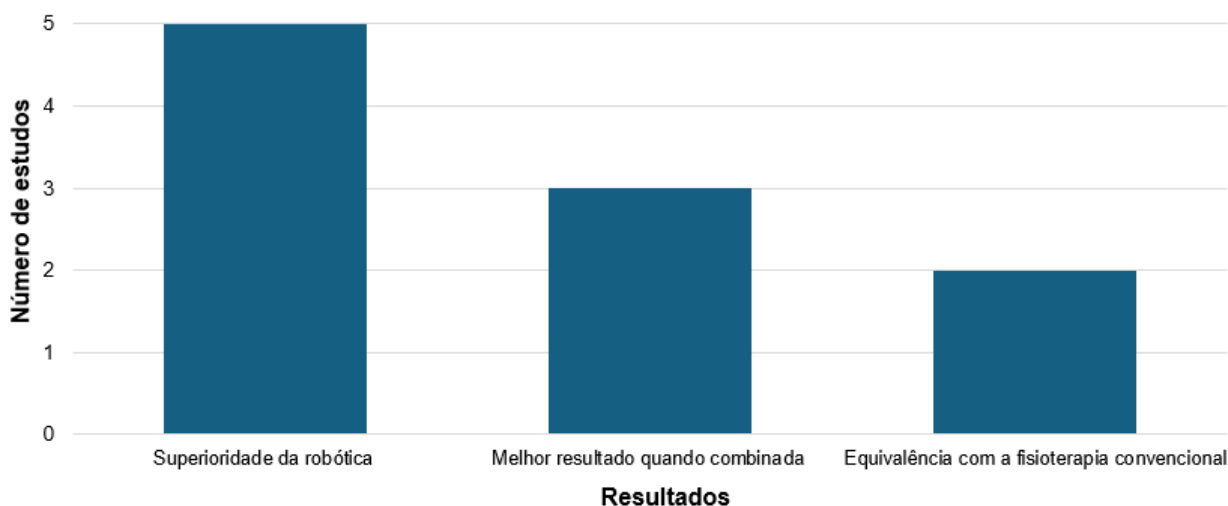


Figura 4: Resultados sobre a eficácia da robótica nos estudos selecionados

Por fim, as evidências apontam que o investimento em tecnologia robótica na reabilitação pode trazer impactos não apenas no nível clínico, mas também social e econômico, ao favorecer a independência funcional dos pacientes e possibilitar maior reintegração social. Tais aspectos fortalecem o argumento de que a TR representa

uma tendência crescente e promissora na área da neuroreabilitação, desde que aplicada de forma integrada e contextualizada às necessidades individuais de cada paciente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos evidenciou que a robótica representa um recurso inovador, capaz de potencializar os resultados da fisioterapia convencional. De forma geral, foram observados ganhos consistentes em função motora, força muscular, amplitude de movimento, atividades de vida diária e desempenho funcional, além de impacto positivo na qualidade de vida dos pacientes.

Um achado de destaque foi o maior uso espontâneo do membro superior parético em alguns protocolos, demonstrando que os benefícios não se limitam ao ambiente terapêutico, mas também se transferem para o cotidiano. Esse aspecto reforça a relevância clínica da robótica como ferramenta de reabilitação, por ampliar a independência funcional e favorecer a reintegração social dos indivíduos.

Por outro lado, alguns estudos apontaram resultados semelhantes aos da fisioterapia convencional intensiva, indicando que a robótica não deve ser entendida como substituta, mas sim como recurso complementar às técnicas tradicionais. Essa combinação se mostrou uma estratégia mais eficaz, unindo o potencial tecnológico ao manejo clínico da fisioterapia.

Dessa forma, a revisão realizada indica que a robótica é uma abordagem promissora para a reabilitação neurológica, oferecendo novas possibilidades de tratamento e fortalecimento da prática fisioterapêutica. Esse estudo aponta a necessidade de que pesquisas futuras aprofundem a padronização dos protocolos, avaliem os efeitos em longo prazo e considerem também a análise de custo-benefício, de modo que possa ampliar a aplicabilidade clínica e contribuindo para uma intervenção fisioterapêutica mais eficaz e acessível.

REFERÊNCIAS

- APRILE, I. et al. **Reabilitação robótica de membros superiores após acidente vascular cerebral: um ensaio clínico randomizado multicêntrico.** *Revista de Fisioterapia Neurológica: JNPT*, v. 44, n. 1, p. 3–14, 2020.
- BARTHEL, D.; DAS, H. **Avanços atuais na pesquisa e terapias de AVC isquêmico.** *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Basis of Disease*, [S.l.], v. 1866, n. 4, p. 165260, 1º abr. 2020.
- BHATTACHARJEE, S.; BARMAN, A.; PATEL, S.; SAHOO, J. **The combined effect of robot-assisted therapy and activities of daily living training on upper limb recovery in persons with subacute stroke: a randomized controlled trial.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, [S. l.], v. 105, n. 6, p. 1041–1049, 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Seja maior que o AVC – 29/10, Dia Mundial do AVC (Acidente Vascular Cerebral).** Brasília: Ministério da Saúde, 2023.
- BRITO, A. L.; SILVA, M. R.; PEREIRA, F. J. **Fisioterapia no AVC subagudo: estratégias de reabilitação e recuperação funcional.** *Revista Neurociências*, v. 28, n. 2, p. 45-53, 2020.
- COSTA, I. C. P.; MENDES, K. D. S.; FREITAS, P. S. **Literature search strategies: a guideline for identifying the best evidence in healthcare.** *Texto & Contexto – Enfermagem*, Florianópolis, v. 34, e20230405, 2025.
- DEHEM, S. et al. **Eficácia da terapia assistida por robótica de membros superiores na fase inicial de reabilitação após AVC: um estudo simples-cego, randomizado e controlado.** *Anais de Medicina Física e de Reabilitação*, v. 62, n. 5, p. 313–320, 2019.
- DEMÉCO, Andrea et al. **Realidade virtual imersiva na reabilitação pós-AVC: uma revisão sistemática.** *Sensores (Basileia, Suíça)*, v. 23, n. 3, p. 1712, 3 fev. 2023.
- EINSTAD, Marte Stine et al. **Associações entre função motora e cognitiva pós-AVC: um estudo transversal.** *BMC Geriatrics*, [S.l.], v. 21, n. 1, p. 103, 5 fev. 2021.
- FESKE, Steven K. **Ischemic stroke.** *The American Journal of Medicine*, v. 134, n. 12, p. 1457-1464, 2021.
- HOSPITAL ISRAELITA ALBERT EINSTEIN. **AVCI: principais sinais e cuidados após o diagnóstico.** *Vida Saudável*, 28 out. 2021.
- IWAMOTO, Y. et al. **A combinação de robô exoesquelético de membros superiores e terapia ocupacional melhora as atividades da função da vida diária em pacientes com AVC agudo.** *Jornal de Acidente Vascular Cerebral e Doenças Cerebrovasculares: o jornal oficial da National Stroke Association*, v. 28, n. 7, p. 2018–2025, 2019.

KO, M.-J.; CHUANG, Y.-C.; OU-YANG, L.-J.; CHENG, Y.-Y.; TSAI, Y.-L.; LEE, Y.-C. **A aplicação de luvas robóticas macias em pacientes com acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados controlados.** *Brain Sciences*, v. 13, p. 900, 2023.

LIMA, R. S. **Fisioterapia na reabilitação do acidente vascular cerebral: uma revisão de literatura.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2021.

LIMA, Jéssica Oliveira de; SOARES, Isabela Martins; FERREIRA, Mateus Rodrigues. **Análise da mortalidade por acidente vascular cerebral no Brasil entre 2018 e 2021.** *Scientific Journal of Health and Education*, v. 3, n. 1, p. 52-61, 2024.

LOPES, Ana Soraia. **Reabilitação funcional do membro superior em doentes pós AVC.** Bragança: Instituto Politécnico de Bragança, 2019.

LOPES, Mariana S. et al. **Efeitos da reabilitação com mão robótica na função do membro superior em pacientes pós-AVC: uma revisão sistemática.** *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, v. 19, n. 1, p. 107, 2022.

MA, D. et al. **Treinamento bimanual assistido por robô melhora a função manual em pacientes com acidente vascular cerebral subagudo: um estudo piloto controlado randomizado.** *Frontiers in Neurology*, v. 13, p. 884261, 2022.

MOREIRA, Heber Rocha. **Dispositivo robótico para reabilitação de membros superiores: construção e validação.** 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Ilha Solteira, 2021

MOZAFFARIAN, Dariush et al. **Stroke: working toward a prioritized world agenda.** *Stroke*, [S.l.], v. 51, n. 6, p. 1429–1435, 2020.

PENHA, Palloma Sobreira Barbosa Monteiro. **Perfil de pacientes pós Acidente Vascular Cerebral atendidos na clínica escola de fisioterapia em uma instituição de ensino superior do interior do Ceará,** 2021.

PLENTZ, R. D. M.; BLAUTH, A. G. **Reabilitação robótica em fisioterapia no Brasil: da ficção para a realidade.** In: MARTINS, J. A.; KARSTEN, M.; DAL CORSO, S. (Org.). 2021.

RANZANI, R. et al. **Reabilitação neurocognitiva assistida por robô da função da mão: um estudo de controle randomizado sobre recuperação motora no AVC subagudo.** *Jornal de Neuroengenharia e Reabilitação*, v. 17, n. 1, p. 115, 2020.
REQUIÃO, Leticia Escorse. **Marcadores neurorradiológicos de comprometimento cognitivo vascular após acidente vascular cerebral: uma revisão sistemática.** 2021.

RODGERS, H. et al. **Treinamento assistido por robô para o membro superior após AVC (RATULS): um estudo controlado randomizado multicêntrico.** *Lancet (Londres, Inglaterra)*, v. 394, n. 10192, p. 51–62, 2019.

ROSENDO, Beatriz V. Y. et al. **Distúrbios da linguagem em pacientes após AVC: uma revisão sistemática.** *Revista Neurociências*, v. 30, p. 1-15, 2022.

SANTOS, Andréia Machado; ALMEIDA, Isabelle Andrade. **Efeitos de um protocolo de reabilitação por meio de dispositivo robótico sobre a função manual de um adulto com sequelas de Acidente Vascular Cerebral: um estudo de caso.** Universidade Federal de Uberlândia, 2023.

SANTOS, Maria Clara et al. **Efeitos da fisioterapia convencional na recuperação do membro superior parético após Acidente Vascular Cerebral Isquêmico.** *Revista Brasileira de Terapias e Reabilitação*, v. 18, n. 3, p. 215-222, 2020.

SANTOS, Priscila R. S. et al. **A atuação do fisioterapeuta promovendo qualidade de vida através da hidroterapia em pacientes com sequelas de Acidente Vascular Cerebral Isquêmico.** *Revista de Trabalhos Acadêmicos Universo–São Gonçalo*, v. 6, n. 12, 2022.

SILVA, Iago dos Reis Ve et al. **Acidente vascular cerebral isquêmico: perfil epidemiológico no Brasil em 2023.** In: Anais do Congresso Nacional de Neurologia Multidisciplinar. Anais. Sete Lagoas (MG) Online, 2024.

SUL, Bomi et al. **Association of lesion location with long-term recovery in post-stroke aphasia and language deficits.** *Frontiers in Neurology*, [S.l.], v. 10, p. 776, 2019.

UNNITHAN, A. K. A.; DAS, J. M.; MEHTA, P. **Acidente Vascular Cerebral Hemorrágico.** 8 maio 2023. In: STATPEARLS [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.

VALLADARES, B.; KUNDERT, R. G.; POHL, J.; HELD, J. P. O.; LUFT, A. R.; VEERBEEK, J. M.; BRANSCHIEDT, M. **The association between dexterity and upper limb impairment during stroke recovery.** *Frontiers in Neurology*, v. 15, p. 1429929, 2024.

YANG, Liu et al. **Terapia assistida por robô em intervenção estratificada: um ensaio clínico randomizado sobre recuperação motora pós-AVC.** *Frontiers in Neurology*, v. 15, p. 1453508, 2024.

ZHANG, L. et al. **Effectiveness of robot-assisted upper-limb training combined with repetitive facilitative exercise on motor function after stroke: a randomized controlled trial.** *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 17, n. 1, p. 1–12, 2025.