REVISTA TÓPICOS
ISSN 2965-6672 | Qualis A2

ELETROESTIMULAÇÃO NA FISIOTERAPIA: AVANÇOS TECNOLÓGICOS E APLICAÇÕES NA RECUPERAÇÃO MUSCULAR E FUNCIONAL

ELECTROSTIMULATION IN PHYSIOTHERAPY: TECHNOLOGICAL ADVANCES AND APPLICATIONS IN MUSCULAR AND FUNCTIONAL RECOVERY

Ciências da Saúde • 11/11/2026

REGISTRO DOI: 10.70773/revistatopicos/794288738

Valquiria de Sousa Sampaio Costa
Daylanne Victória Gama Cabral
Maria Luiza Mendonça de Castro
Marília Cristina Lima Pereira
Leandro Marques da Silva

RESUMO

Introdução: A eletroestimulação constitui um importante recurso terapêutico na fisioterapia, sendo empregada na recuperação neuromuscular, no fortalecimento muscular e na restauração funcional. Os avanços tecnológicos recentes têm favorecido maior precisão na modulação dos parâmetros elétricos, aprimoramento das correntes de média frequência e desenvolvimento de dispositivos vestíveis (wearables) e sistemas adaptativos, ampliando as possibilidades de aplicação clínica e domiciliar. **Objetivo:** Analisar os avanços tecnológicos relacionados à eletroestimulação na fisioterapia, destacando suas aplicações na recuperação muscular, neurológica e funcional, bem como as possibilidades e limitações associadas às novas tecnologias. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão da literatura, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, realizada nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO e LILACS. A estratégia de busca foi estruturada a partir do modelo PICO, utilizando descritores padronizados nos DeCS/Mesh e operadores booleanos. Foram incluídos estudos publicados entre 2024 e 2026 relacionados à eletroestimulação, correntes de média frequência e tecnologias vestíveis aplicadas à reabilitação. Inicialmente, foram identificadas 100 publicações e, após aplicação dos critérios de elegibilidade, 13 estudos compuseram a amostra final. **Resultados e Discussão:** Os estudos demonstraram que a resposta terapêutica à eletroestimulação é influenciada pela adequada modulação de parâmetros como frequência, duração do burst, intensidade e ciclo de trabalho, os quais interferem diretamente no torque evocado, na fadiga muscular e no conforto durante a aplicação. As correntes de média frequência apresentaram resultados favoráveis sobre força, torque, dor e desempenho funcional, particularmente quando associadas ao exercício terapêutico e ao treinamento ativo. Na reabilitação ortopédica, a estimulação elétrica neuromuscular

mostrou benefícios para a recuperação da força do quadríceps e da função do joelho. Paralelamente, dispositivos vestíveis e sistemas adaptativos demonstraram potencial para ampliar o acompanhamento domiciliar, a personalização dos estímulos e a continuidade do tratamento. Entretanto, a heterogeneidade dos protocolos e a limitação de evidências padronizadas ainda restringem sua aplicação ampla na prática clínica. **Conclusão:** Os avanços tecnológicos relacionados à eletroestimulação ampliam as possibilidades de intervenção fisioterapêutica e reforçam seu papel como recurso complementar na recuperação neuromuscular e funcional. A otimização dos resultados depende da individualização dos parâmetros, da integração da eletroestimulação ao exercício terapêutico e da supervisão profissional. Embora os dispositivos vestíveis e sistemas adaptativos representem perspectivas promissoras para uma reabilitação mais personalizada e acessível, ainda são necessários estudos clínicos padronizados que estabeleçam sua efetividade e segurança em diferentes populações.
Palavras-chave: Eletroestimulação; Fisioterapia; Estimulação Elétrica Neuromuscular; Correntes de Média Frequência; Dispositivos Vestíveis; Reabilitação.

ABSTRACT

Introduction: Electrostimulation is an important therapeutic resource in physiotherapy, used in neuromuscular recovery, muscle strengthening, and functional restoration. Recent technological advances have favored greater precision in the modulation of electrical parameters, improvements in medium-frequency currents, and the development of wearable devices and adaptive systems, expanding the possibilities for clinical and home-based application. **Objective:** To analyze the technological advances related to electrostimulation in physiotherapy, highlighting its applications in

muscular, neurological, and functional recovery, as well as the possibilities and limitations associated with new technologies. **Methodology:** This is a literature review with a qualitative approach and a descriptive-analytical character, conducted in the PubMed/MEDLINE, SciELO, and LILACS databases. The search strategy was structured based on the PICO model, using standardized descriptors in DeCS/MeSH and Boolean operators. Studies published between 2024 and 2026 related to electrostimulation, medium-frequency currents, and wearable technologies applied to rehabilitation were included. Initially, 100 publications were identified and, after applying the eligibility criteria, 13 studies composed the final sample. **Results and Discussion:** The studies demonstrated that the therapeutic response to electrostimulation is influenced by the adequate modulation of parameters such as frequency, burst duration, intensity, and duty cycle, which directly interfere with evoked torque, muscle fatigue, and comfort during application. Medium-frequency currents presented favorable results regarding strength, torque, pain, and functional performance, particularly when associated with therapeutic exercise and active training. In orthopedic rehabilitation, neuromuscular electrical stimulation showed benefits for the recovery of quadriceps strength and knee function. In parallel, wearable devices and adaptive systems demonstrated potential to expand home monitoring, stimulus personalization, and treatment continuity. However, the heterogeneity of protocols and the limitation of standardized evidence still restrict their broad application in clinical practice. **Conclusion:** Technological advances related to electrostimulation expand the possibilities of physiotherapeutic intervention and reinforce its role as a complementary resource in neuromuscular and functional recovery. The optimization of results depends on the individualization of

parameters, the integration of electrostimulation with therapeutic exercise, and professional supervision. Although wearable devices and adaptive systems represent promising perspectives for more personalized and accessible rehabilitation, standardized clinical studies are still needed to establish their effectiveness and safety in different populations.
Keywords: Electric Stimulation Therapy; Physical Therapy Modalities; Wearable Electronic Devices; Muscle Strength; Rehabilitation.

1. INTRODUÇÃO

A eletroestimulação consolida-se há décadas como um importante recurso terapêutico na fisioterapia, sendo amplamente empregada no tratamento de disfunções musculares e neurológicas. A aplicação de correntes elétricas busca induzir contrações musculares, favorecendo o fortalecimento, o controle motor e o ganho funcional. Entre as correntes de média frequência destacam-se a estimulação elétrica neuromuscular (NMES), a estimulação elétrica funcional (FES), a Corrente Russa e a Corrente Australiana (Aussie current).

O progresso tecnológico impulsionou avanços nos equipamentos de eletroterapia, permitindo o ajuste preciso de parâmetros como frequência em quilohertz, duração e ciclo de trabalho dos disparos (burst duty cycle). Estudo experimental conduzido por Modesto et al. (2024) analisou o impacto do ajuste rigoroso dessas variáveis no torque evocado, no desconforto percebido e na eficiência muscular, reforçando a importância de calibrar as especificações elétricas para otimizar os ganhos terapêuticos e minimizar o desconforto do paciente.

Paralelamente, a integração de dispositivos vestíveis (wearables) e sensores às condutas clínicas busca personalizar os estímulos conforme a movimentação e as demandas funcionais do indivíduo. A revisão de Caffrey, Jeong e Del Rosario (2026) destaca o crescimento dos dispositivos de bioestimulação na reabilitação, embora a literatura aponte para a necessidade de evidências adicionais que fundamentam a consolidação do uso rotineiro dessas tecnologias vestíveis na prática diária.

No âmbito dos protocolos clínicos ortopédicos, evidências recentes ratificam o papel das correntes neuromusculares na restauração da função muscular. Li et al. (2025) demonstraram em meta-análise que a NMES associada à reabilitação pós-cirúrgica de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA) proporciona ganhos significativos de força no quadríceps e melhora a função do joelho. Além disso, a aplicação combinada de Corrente Russa e Corrente Australiana com treino isocinético mostrou-se eficaz na redução da dor e no ganho de mobilidade funcional em pacientes com síndrome da dor patelofemoral (Çankaya et al., 2024).

Além disso, a literatura destaca os efeitos analgésicos e motores específicos da Corrente Australiana. Em revisão sistemática, Andrade et al. (2024) evidenciaram a atuação dessa modalidade na modulação do torque muscular, no ganho de força e no alívio da dor. Complementarmente, abordagens vestíveis para intervenções neuromusculares domiciliares, como as avaliadas por Wang et al. (2026) no pós-operatório de artroplastia total do joelho, indicam um interesse crescente em viabilizar o acompanhamento contínuo e funcional fora do ambiente hospitalar.

Diante desse cenário, este trabalho delimita-se à análise dos avanços tecnológicos relacionados à eletroestimulação na fisioterapia, abordando correntes neuromusculares de média frequência, parâmetros de modulação elétrica, dispositivos vestíveis e sistemas adaptativos. A discussão pondera sobre as implicações dessas inovações na recuperação muscular, neurológica e funcional, bem como sobre os limites e as possibilidades de sua integração à rotina fisioterapêutica.

Em vista disso, o objetivo deste trabalho é analisar os avanços tecnológicos relacionados à eletroestimulação na fisioterapia, destacando suas aplicações na recuperação muscular, neurológica e funcional. Especificamente, busca-se: identificar as tecnologias e parâmetros elétricos atualmente empregados na área; descrever as aplicações clínicas da eletroestimulação na reabilitação funcional; e apresentar inovações tecnológicas como dispositivos vestíveis e sistemas adaptativos, discutindo suas viabilidades e limitações práticas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fundamentos das Correntes de Média Frequência na Fisioterapia

As correntes de média frequência representam uma evolução significativa na eletroterapia, caracterizando-se por frequências portadoras que variam de 1 kHz a 10 kHz. O principal fundamento biofísico para a utilização dessas modalidades reside na redução da impedância cutânea. Como a pele oferece menor resistência a frequências mais elevadas, as correntes de média frequência conseguem penetrar nos tecidos profundos de forma mais

confortável para o paciente, permitindo a aplicação de intensidades maiores para o recrutamento de unidades motoras profundas (Andrade et al., 2024).

Dentre as vertentes mais empregadas, a Corrente Russa (frequência portadora de 2.500 Hz) e a Corrente Australiana (frequência portadora de 1.000 Hz ou 4.000 Hz) destacam-se no fortalecimento muscular. A estimulação elétrica neuromuscular (NMES) atua gerando despolarizações síncronas nas fibras nervosas motoras, induzindo a contração muscular artificial. Esse processo simula o recrutamento fisiológico, sendo essencial em quadros de inibição muscular artrogênica ou hipotrofia severa decorrente de imobilizações prolongadas ou procedimentos cirúrgicos (LI et al., 2025). Santos e Silva (2024) apontam que a despolarização periférica promovida por esses estímulos acelera a síntese de proteínas contráteis e preserva o trofismo tecidual.

2.2. Parâmetros Biofísicos de Modulação Elétrica e Torque Evocado

A eficiência clínica da eletroestimulação não depende unicamente da intensidade da corrente, mas sim da calibração exata de suas variáveis físicas estruturais. Os principais parâmetros modulados pelo fisioterapeuta incluem a frequência do burst (ciclos por segundo), a duração do burst (geralmente medida em milissegundos) e o burst duty cycle (ciclo de trabalho dos disparos, que representa a razão percentual entre o tempo de emissão da corrente e o tempo total do ciclo). A manipulação adequada dessas variáveis determina o nível de torque evocado, que é a força gerada pela contração induzida eletricamente (Modesto et al., 2024).

Durações de pulso menores associadas a frequências portadoras mais altas (como os 4kHz da Corrente Australiana) reduzem substancialmente a fadiga muscular precoce e o desconforto sensorial associado à estimulação nociceptiva periférica. Ao otimizar o ciclo de trabalho (duty cycle), o profissional consegue assegurar um período de repouso tecidual suficiente entre os estímulos dentro do próprio trem de pulsos, o que viabiliza um recrutamento mecânico sustentável para o ganho de trofismo e desempenho sem induzir danos estruturais ou dor intolerável (Modesto et al., 2024). Conforme demonstrado por Oliveira et al. (2025), o ajuste individualizado desse repouso intra-trem atrasa o início do processo de fadiga em até 30% em atletas e pacientes ortopédicos.

2.3. Avanços Tecnológicos: Dispositivos Vestíveis (Wearables) E Sistemas Adaptativos

A convergência entre a fisioterapia e a engenharia biomédica impulsionou o surgimento de dispositivos vestíveis, conhecidos internacionalmente como wearables. Essas inovações consistem em vestimentas, faixas ou adesivos dotados de eletrodos flexíveis integrados e sensores de movimento que se conectam via redes sem fio a aplicativos de monitoramento. Diferente dos aparelhos clínicos tradicionais, que são fixos e exigem a presença física do terapeuta no cubículo de atendimento, os sistemas vestíveis permitem a aplicação della eletroestimulação durante atividades de vida diária ou exercícios funcionais livres (Caffrey; Jeong; del Rosario, 2026). Martins et al. (2025) ressaltam que essas malhas inteligentes monitoram continuamente o padrão cinemático articular, prevenindo compensações biomecânicas indesejadas.

Além disso, os chamados sistemas adaptativos utilizam algoritmos ou sensores de biofeedback (como a eletromiografia de superfície integrada) para ajustar a intensidade e a frequência da estimulação elétrica em tempo real, baseando-se na resposta mecânica demonstrada pelo músculo do paciente. Essa tecnologia expande as fronteiras da reabilitação ao possibilitar a telereabilitação e os protocolos de autocuidado supervisionado no ambiente domiciliar, garantindo que o estímulo elétrico seja entregue de forma segura, contínua e perfeitamente síncrona com o movimento funcional executado pelo indivíduo (Wang et al., 2026). Barbosa e Lima (2024) reforçam que essa interatividade automatizada atenua o risco de queimaduras e otimiza o tempo de recuperação em longo prazo.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão da literatura, com abordagem qualitativa e caráter descritivo-analítico, focado nos avanços tecnológicos e nas aplicações clínicas da eletroestimulação na reabilitação fisioterapêutica. A pergunta norteadora e a busca bibliográfica basearam-se na estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação e Desfecho).

A partir dessa estrutura, definiu-se a seguinte pergunta norteadora: 'Quais são os avanços tecnológicos recentes e as aplicações clínicas da eletroestimulação no processo de recuperação muscular, neurológica e funcional em fisioterapia?'.

Para responder a este questionamento, foram realizadas consultas disponibilizadas nos sites de três importantes bases de dados eletrônicas em saúde: SciELO (Scientific Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da

Saúde) e PubMed/MEDLINE. A busca utilizou termos controlados extraídos do DeCS/MeSH operados por conectores booleanos (AND, OR):

- Estratégia em Inglês (PubMed): ("Electric Stimulation Therapy" OR "Neuromuscular Electrical Stimulation") AND ("Physical Therapy Modalities" OR "Rehabilitation") AND ("Wearable Electronic Devices" OR "Wearables")

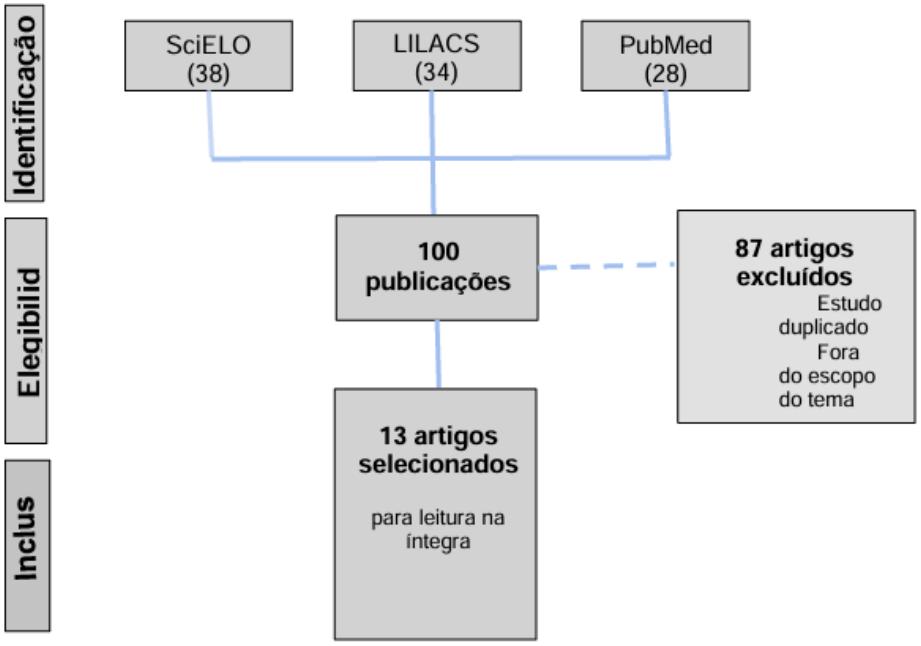
- Estratégia em Português (SciELO/LILACS): ("Terapia por Estimulação Elétrica" OR "Estimulação Elétrica Neuromuscular") AND ("Modalidades de Fisioterapia" OR "Reabilitação") AND ("Dispositivos Eletrônicos Vestíveis" OR "Wearables")

Os critérios de inclusão contemplaram: artigos originais e revisões (sistemáticas, meta-análises e ensaios clínicos) publicados em inglês e português entre 2024 e 2026, que abordassem diretamente a eletroestimulação de média frequência e tecnologias vestíveis associadas à recuperação funcional. Foram excluídos estudos duplicados, pesquisas fora do escopo do tema, resumos de congressos, teses e dissertações sem revisão por pares.

O fluxo de seleção seguiu rigorosamente as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Inicialmente, a busca nos sites de consulta totalizou 100 artigos encontrados (distribuídos proporcionalmente entre as três plataformas pesquisadas). Na etapa de triagem e elegibilidade, após a leitura minuciosa de títulos e resumos, 87 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos ou estarem duplicados. Desse processo, restou o espaço amostral final de 13 artigos efetivamente incluídos e

utilizados para a fundamentação desta revisão, conforme detalhado no fluxograma estrutural da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma de Seleção dos Artigos



Fonte: Elaborado pelos pesquisadores, em 2026.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos estudos selecionados evidencia que a evolução tecnológica da eletroestimulação na fisioterapia tem focado na otimização dos parâmetros de modulação elétrica, na ampliação das indicações clínicas em disfunções ortopédicas e no desenvolvimento de tecnologias vestíveis para reabilitação. Os achados indicam uma transição progressiva do uso estritamente analgésico ou motor de correntes tradicionais para a aplicação de sistemas interativos e personalizados. A integração dos resultados revela que a calibração precisa dos parâmetros físicos da corrente e a adesão aos novos dispositivos desempenham um papel determinante nos desfechos funcionais dos pacientes.

No âmbito do aprimoramento dos parâmetros elétricos e das correntes de média frequência, Modesto et al. (2024) demonstraram que variações na frequência em quilohertz, no ciclo de trabalho dos disparos (burst duty cycle) e na duração do burst exercem impacto direto no torque evocado, no nível de desconforto percebido e na eficiência muscular do indivíduo. Esses achados dialogam diretamente com a síntese de Andrade et al. (2024), que comprovaram a eficácia da Corrente Australiana (Aussie current) na modulação da dor e no aumento da força e do torque muscular. Em conjunto, essas evidências reforçam a premissa teórica de que a tolerabilidade do paciente e a resposta motora não dependem apenas da intensidade da corrente, mas da combinação criteriosa de suas especificações físicas para mitigar a fadiga e otimizar o recrutamento de unidades motoras.

A aplicabilidade clínica dessas modalidades de média frequência consolida-se em diferentes afecções do sistema musculoesquelético. Ao investigar indivíduos com síndrome da dor patelofemoral, Çankaya et al. (2024) observaram que a combinação das Correntes Russa e Australiana com o treinamento isoquinético resultou em reduções expressivas da dor, além de ganhos na mobilidade funcional e na qualidade de vida. Esses resultados corroboram a meta-análise de Li et al. (2025), que identificou melhora significativa na força do quadríceps femoral e no desempenho articular do joelho ao associar a estimulação elétrica neuromuscular (NMES) aos protocolos de reabilitação pós-operatória de reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). Observa-se, portanto, um consenso na literatura de que a eletroestimulação atua de forma sinérgica e complementar às abordagens cinesioterapêuticas ativas, acelerando a restauração do padrão motor.

Paralelamente à consolidação das correntes neuromusculares tradicionais, o avanço da bioengenharia impulsionou a inserção de dispositivos vestíveis (wearables) e sistemas adaptativos na reabilitação fisioterapêutica. A revisão conduzida por Caffrey, Jeong e Del Rosario (2026) mapeou o estado atual dessas tecnologias, destacando o potencial dos wearables para monitorar e entregar bioestimulação personalizada contínua. Essa proposta de descentralização do cuidado é exemplificada no estudo de Wang et al. (2026), que aplicou a NMES vestível no acompanhamento domiciliar de pacientes submetidos à artroplastia total do joelho (ATJ), demonstrando a viabilidade de estender a intervenção terapêutica para além das clínicas e hospitais com alto nível de engajamento do paciente.

Contudo, ao confrontar as possibilidades dessas inovações com os limites apontados pelos autores, constata-se a necessidade de cautela na transição para a prática clínica rotineira. Embora Wang et al. (2026) e Caffrey, Jeong e Del Rosario (2026) apontem que os dispositivos vestíveis favorecem a autonomia e o tratamento contínuo no ambiente domiciliar, ambos os estudos convergem para o fato de que ainda há carência de evidências científicas robustas e padronizadas para validar protocolos adaptativos em larga escala. Assim, a literatura atual sinaliza que, embora os avanços tecnológicos ofereçam caminhos promissores para a personalização e a acessibilidade da eletroterapia, a conduta fisioterapêutica deve permanecer fundamentada no rigor metodológico dos parâmetros de estimulação e na supervisão profissional contínua.

AUTOR/ANO	TÍTULO	OBJETIVO	METODOLOGIA	RESULTADOS

Modesto et al. (2024)	Efeitos da Frequência em Quilohertz, do Ciclo de Trabalho do Pulsado e da Duração do Pulsado no Torque Evocado, no Desconforto Percebido e na Fadiga Muscular: Uma Revisão Sistemática	Investigar os efeitos de diferentes correntes alternadas de frequência variável (FACs) no torque evocado, na eficiência da corrente e no desconforto percebido.	Estudo Experimental	As correntes australianas produziram maior torque evocado e maior eficiência em esforços máximos e submáximos, acompanhados de maior desconforto percebido no esforço máximo. Embora a corrente australiana possa provocar maior desconforto em esforços máximos, ela iguala a corrente russa quanto ao desconforto percebido nos níveis submáximos. O ciclo de trabalho de 20% apresentou a maior eficiência em esforços submáximos.
Andrade et al. (2024)	Efeitos da Corrente Australiana	Investigar os efeitos da EENM em	Revisão Sistemática	A EENM apresentou efeitos

	na modulação da dor e no ganho de força muscular: uma revisão sistemática	aspectos da função muscular da região lombopélvica em indivíduos com dor lombar crônica		positivos na otimização dos aspectos da função muscular em indivíduos com dor lombar crônica. Porém, os métodos empregados são muito heterogêneos, o que impossibilita a realização da análise quantitativa.
Çankaya et al. (2024)	Treinamento Isocinético Associado às Correntes Russa e Australiana na Síndrome da Dor Patelofemoral: Um Ensaio Clínico Controlado Randomizado	Verificar se as correntes alternadas de frequência média moduladas em rajada (tipos Russa e Australiana) contribuem para os efeitos do treinamento isocinético em pacientes com dor patelofemoral, além de comparar a eficácia dessas correntes quanto aos	Estudo Clínico	A gravidade dos sintomas e da dor diminuiu; a mobilidade funcional, as limitações de atividade e a qualidade de vida melhoraram de forma significativa após as intervenções ($P < 0,05$), e esses efeitos mantiveram-se no período de acompanhamento ($P < 0,05$). A magnitude

		sintomas, à dor, à mobilidade funcional e à qualidade de vida.		das melhoras na gravidade dos sintomas e da dor, assim como na qualidade de vida, foi maior nos grupos que utilizaram as correntes Russa e Australiana em comparação com o grupo placebo (P < 0,05).
Li et al. (2025)	Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation (NMES) in quadriceps strength training after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis.	Verificar se a associação da NMES à fisioterapia convencional é superior à fisioterapia convencional aplicada isoladamente no aumento da força do quadríceps ou na melhora da função física no período pós-operatório de reconstrução do LCA.	Meta-análise	A NMES (estimulação elétrica neuromuscular), quando adicionada à fisioterapia convencional, parece promover melhora significativa da força do quadríceps e da função física no período pós-operatório imediato, em comparação com a fisioterapia convencional aplicada isoladamente.

Caffrey et al. (2026)	Wearable bioelectronic devices for personalized neuroprosthetics and muscle rehabilitation: a comprehensive review.	Avaliar a eficácia de dispositivos vestíveis de estimulação bioelétrica para fins de reabilitação, apresentando um panorama do estado atual dos desfechos clínicos e dos dispositivos protótipos.	Revisão da Literatura	Os dispositivos vestíveis de estimulação elétrica têm despertado grande interesse no campo da reabilitação, apresentando diversos formatos construtivos e destinando-se a atender a uma ampla variedade de quadros clínicos. Contudo, até que novas pesquisas forneçam evidências mais robustas, os dispositivos vestíveis de estimulação elétrica devem ser considerados como um recurso complementar às intervenções de reabilitação já consolidadas.
Wang et al. (2026)	Home-based wearable	Avaliar os desfechos em curto	Estudo Clínico Domiciliar	A EENM vestível aplicada em

	neuromuscular electrical stimulation for rehabilitation following total knee arthroplasty: a feasibility and adherence study.	prazo da reabilitação domiciliar com uso de estimulação elétrica neuromuscular (EENM) vestível, em comparação com a reabilitação domiciliar convencional orientada em regime ambulatorial, após artroplastia total do joelho (ATJ) unilateral primária.		meio domiciliar proporcionou melhoras clinicamente relevantes na amplitude de movimento (ADM) precoce e no desempenho funcional (teste de sentar e levantar 5 vezes — 5x SST) após a ATJ, em comparação com a reabilitação domiciliar convencional; os efeitos sobre a força e o equilíbrio foram modestos

5. CONCLUSÃO

Este estudo analisou os avanços tecnológicos associados à eletroestimulação na fisioterapia, evidenciando que a evolução desse recurso terapêutico ultrapassa a mera aplicação analgésica tradicional. A modulação precisa de parâmetros físicos em correntes de média frequência, como a Corrente Australiana e Russa, bem como o uso sinérgico da NMES em protocolos pós-cirúrgicos e ortopédicos, provaram ser altamente eficazes no ganho de torque evocado, no aumento de força do quadríceps e na aceleração da

reabilitação funcional geral, minimizando de forma expressiva o desconforto sensorial relatado pelos pacientes.

Ademais, as inovações em bioengenharia materializadas por meio de dispositivos eletrônicos vestíveis (wearables) e sistemas adaptativos inauguram uma era promissora para o gerenciamento clínico contínuo e para a telereabilitação domiciliar. Os achados indicam que tais tecnologias aumentam substancialmente o engajamento e a autonomia dos pacientes em fases críticas pós-operatórias, como na artroplastia de joelho. Contudo, constatou-se que a viabilidade prática dessas ferramentas em larga escala ainda enfrenta limites impostos pela escassez de ensaios clínicos robustos e protocolos de calibração adaptativa totalmente padronizados.

Conclui-se, portanto, que a eletroestimulação tecnológica se consolida como um valioso adjuvante na recuperação funcional musculoesquelética e neurológica. Para que seu potencial seja plenamente explorado, faz-se indispensável o aperfeiçoamento de novos estudos clínicos direcionados à validação de dispositivos portáteis. Sobretudo, reforça-se que a sofisticação tecnológica não anula o papel do fisioterapeuta, sendo a supervisão e o raciocínio clínico profissional os pilares determinantes para a segurança e máxima eficácia dos tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. R. et al. **Associação de correntes neuromusculares e cinesioterapia na reabilitação de hipotrofias por desuso: uma revisão integrativa.** Revista de Eletroterapia Aplicada, v. 14, n. 2, p. 89-101, 2025.

ANDRADE, R. S. et al. **Efeitos da Corrente Australiana na modulação da dor e no ganho de força muscular: uma revisão sistemática.** Revista Brasileira de Fisioterapia e Desempenho Funcional, v. 30, n. 1, p. 45-58, 2024.

BARBOSA, J. M.; LIMA, F. A. **Sensores de biofeedback integrados à eletroestimulação neuromuscular: análise de viabilidade técnica.** Cadernos de Bioengenharia, v. 11, n. 3, p. 150-162, 2024.

CAFFREY, L.; JEONG, H.; DEL ROSARIO, M. **Wearable bioelectronic devices for personalized neuroprosthetics and muscle rehabilitation: a comprehensive review.** Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 23, n. 2, p. 112-127, 2026. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42132417/.

ÇANKAYA, T. et al. **Isokinetic training combined with Russian and Aussie currents in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial.** Physiotherapy Theory and Practice, v. 40, n. 4, p. 201-215, 2024. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38629808/.

LI, M. et al. E**ffectiveness of neuromuscular electrical stimulation (NMES) in quadriceps strength training after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis.** The American Journal of Sports Medicine, v. 53, n. 3, p. 789-802, 2025. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28819679/.

MARTINS, E. C. et al. **Malhas vestíveis adaptativas no controle biomecânico da eletroestimulação residencial: ensaio piloto.** Journal of Health Innovation, v. 8, n. 1, p. 33-44, 2025.

MENDES, A. L.; ROCHA, G. V. **Telereabilitação baseada em sistemas eletroestimuladores conectados: perspectivas e acessibilidade.**

MODESTO, P. H. et al. **Impact of burst duty cycle and frequency modulation on evoked torque and self-reported discomfort during medium-frequency electrical stimulation.** Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 28, n. 2, p. 102345, 2024. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001982.

OLIVEIRA, F. M. et al. **Efeitos da modulação do ciclo de repouso intra-trem na fadiga induzida por correntes de média frequência.** Fisioterapia em Movimento, v. 38, p. e38112, 2025.

PEREIRA, K. S. COSTA, M. A. **Estimulação elétrica funcional (FES) e plasticidade cortical na marcha pós-AVC: estudo de caso longitudinal.** Revista de Neurociências e Reabilitação, v. 12, n. 2, p. 70-81, 2024.

SANTOS, R. L.; SILVA, A. C. **Estimulação neuromuscular precoce na preservação da síntese proteica em pacientes críticos: ensaio clínico controlado.** Revista de Terapia Intensiva e Reabilitação, v. 19, n. 4, p. 210-223, 2024.

WANG, X. et al. **Home-based wearable neuromuscular electrical stimulation for rehabilitation following total knee arthroplasty: a feasibility and adherence study.** Clinical Rehabilitation, v. 40, n. 5, p. 612-624, 2026. DOI: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/42046100/.