

## **EVIDÊNCIAS E ESTRATÉGIAS FISIOTERAPÊUTICAS PARA A REGENERAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA: IMPACTOS NA REABILITAÇÃO PÓS-LESÃO – UMA REVISÃO LITERÁRIA**

Jeicy Ribeiro Costa<sup>1</sup>  
Laureane Rosa de Jesus Guimarães<sup>1</sup>  
Letícia Moreira de Rezende<sup>1</sup>  
Letícia Santos de Souza<sup>1</sup>  
Rúbia Mariano da Silva<sup>2</sup>

### **Resumo**

**Introdução:** A regeneração musculoesquelética é um processo complexo que envolve mecanismos inflamatórios, celulares e estruturais, essenciais para a restauração funcional dos tecidos. No contexto da reabilitação pós-lesão, diferentes recursos fisioterapêuticos têm sido incorporados com o objetivo de potencializar o reparo tecidual, reduzir dor e melhorar o desempenho funcional. **Objetivo:** Analisar e discutir as principais estratégias e recursos fisioterapêuticos utilizados na regeneração musculoesquelética, com base em evidências de estudos clínicos recentes. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão integrativa de literatura, realizada nas bases SciELO, PubMed e PEDro, entre agosto e setembro de 2025. Foram utilizados descritores relacionados a onze modalidades terapêuticas, como laserterapia, fotobiomodulação, ultrassom terapêutico, terapia por ondas de choque extracorpóreas, corrente interferencial, plasma rico em plaquetas e viscosuplementação. Incluíram-se artigos completos, gratuitos, em português ou inglês, publicados nos últimos cinco anos e que fossem ensaios clínicos randomizados. Após triagem e análise de elegibilidade, 10 estudos foram incluídos. **Resultados:** Os estudos demonstraram que modalidades como corrente interferencial e ondas de choque promovem analgesia e melhora funcional; a fotobiomodulação favorece cicatrização e desempenho funcional; o ultrassom terapêutico reduz calcificações e dor; e a viscosuplementação com ácido hialurônico melhora força e mobilidade. Contudo, o plasma rico em plaquetas apresentou resultados clínicos inconsistentes. **Conclusão:** Os recursos fisioterapêuticos analisados apresentam potencial significativo para favorecer a regeneração musculoesquelética e a reabilitação pós-lesão, exceto o plasma rico em plaquetas, que apresentou resultados inconsistentes. Entretanto, a variabilidade de protocolos e parâmetros evidencia a necessidade de estudos clínicos mais padronizados e com maior rigor metodológico, a fim de consolidar sua eficácia e orientar adequadamente a prática clínica.

**Palavras-chave:** Regeneração. Sistema musculoesquelético. Reabilitação. Modalidades da fisioterapia.

### **Abstract**

**Introduction:** Musculoskeletal regeneration is a complex process involving inflammatory, cellular, and structural mechanisms, essential for the functional restoration of tissues. In the context of post-injury rehabilitation, different physiotherapeutic resources have been incorporated with the aim of enhancing tissue repair, reducing pain, and improving functional performance. **Objective:** To analyze and discuss the main physiotherapeutic strategies and resources used in musculoskeletal regeneration, based on evidence from recent clinical studies. **Methodology:** This is an integrative literature review, conducted in the SciELO, PubMed, and PEDro databases between August and September 2025. Descriptors related to eleven therapeutic modalities were used, such as laser therapy, photobiomodulation, therapeutic ultrasound, extracorporeal shock wave therapy, interferential current, platelet-rich plasma, and viscosupplementation. Full, free articles in Portuguese or English, published in the last five years and which were randomized clinical trials were included. After screening and eligibility analysis, 10 studies were included.

**Results:** The studies demonstrated that modalities such as interferential current and shockwave therapy promote analgesia and functional improvement; photobiomodulation favors healing and functional performance; therapeutic ultrasound reduces calcifications and pain; and viscosupplementation with hyaluronic acid improves strength and mobility. However, platelet-rich plasma showed inconsistent clinical results. **Conclusion:** The physiotherapy resources analyzed show significant potential to promote musculoskeletal regeneration and post-injury rehabilitation. However, the variability of protocols and parameters highlights the need for more standardized clinical studies with greater methodological rigor in order to consolidate their effectiveness and adequately guide clinical practice.

**Keywords:** Regeneration. Musculoskeletal system. Rehabilitation. Physiotherapy modalities.

<sup>1</sup>Discentes do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA

<sup>2</sup> Docente do curso de Fisioterapia da Universidade Evangélica de Goiás - UniEVANGÉLICA

### Introdução

A regeneração tecidual constitui um processo biológico fundamental, no qual o organismo promove a reparação e a restauração de tecidos danificados, envolvendo mecanismos celulares e moleculares complexos que se desenvolvem em diferentes fases<sup>5</sup>. Esse processo é caracterizado por respostas inflamatórias iniciais, proliferação celular e posterior remodelação essencial para a manutenção da integridade estrutural e funcional do corpo humano, especialmente em tecidos musculoesqueléticos, cuja recuperação pode ser comprometida por fatores como envelhecimento, doenças associadas ou gravidade da lesão<sup>17</sup>.

A fisioterapia regenerativa surge como um campo promissor, voltado não apenas para o controle de sintomas, mas principalmente para a estimulação dos processos de cicatrização e regeneração tecidual, atuando em nível celular e molecular. Alinhada aos avanços da medicina regenerativa e da biotecnologia, essa área busca acelerar a recuperação funcional e estrutural dos tecidos por meio de recursos terapêuticos inovadores<sup>21</sup>.

A incorporação da fisioterapia regenerativa na prática clínica representa não apenas um avanço terapêutico, mas também um marco na reabilitação musculoesquelética, oferecendo novas perspectivas para o tratamento de patologias agudas e crônicas. A relevância desse campo, portanto, está em sua capacidade de integrar ciência, tecnologia e prática clínica, contribuindo significativamente para a melhoria dos resultados funcionais e da qualidade de vida dos pacientes<sup>22</sup>.

Nesse contexto, diversas modalidades têm sido exploradas com esse propósito, incluindo a fotobiomodulação, a terapia por ondas de choque extracorpóreas, a magnetoterapia, a ozonioterapia, a terapia neural, a laserterapia de baixa intensidade, o ultrassom terapêutico e a corrente interferencial, além de estratégias mais avançadas como o plasma rico em plaquetas, a viscossuplementação e a utilização de células-tronco mesenquimais. Todas essas intervenções apresentam mecanismos de ação distintos, mas concentram-se no objetivo de modular a resposta inflamatória, estimular a proliferação celular, favorecer a síntese de colágeno e promover a restauração das propriedades biomecânicas dos tecidos<sup>10</sup>.

Dessa forma, este trabalho busca analisar e discutir as principais estratégias e recursos fisioterapêuticos utilizados na regeneração musculoesquelética.

### Métodos

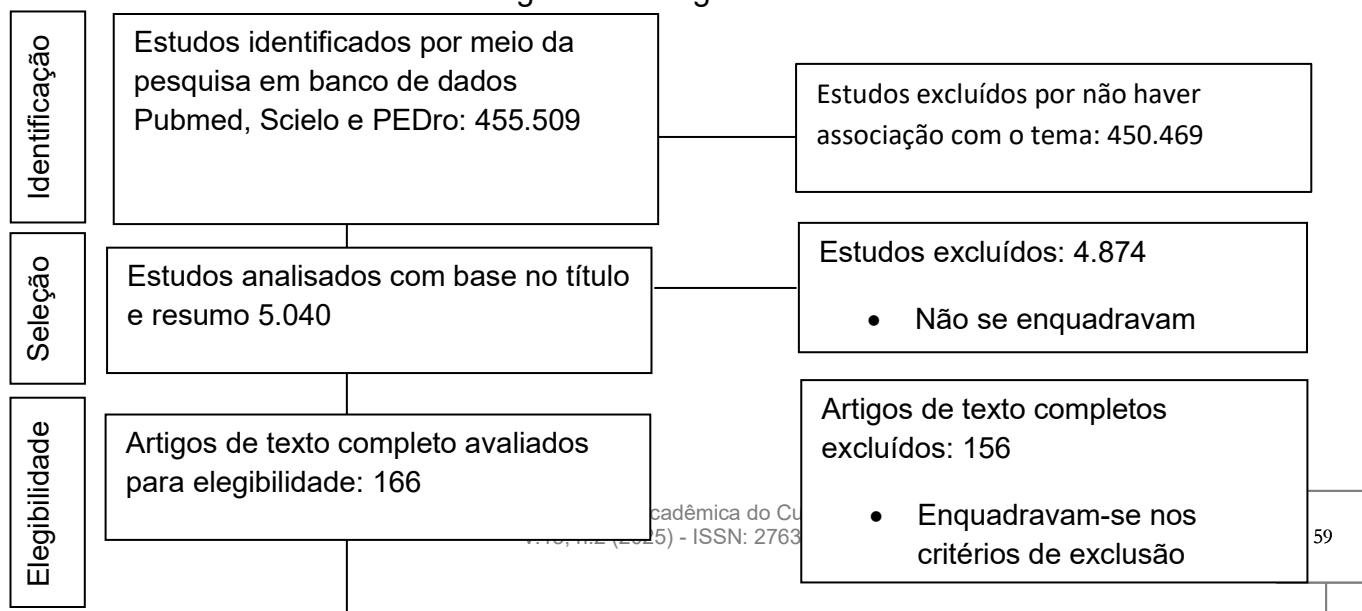
Esta pesquisa trata-se de uma revisão integrativa de literatura de caráter descritivo, com o objetivo de descrever as principais evidências e estratégias fisioterapêuticas na regeneração tecidual do sistema musculoesquelético pós-lesão.

A pesquisa foi direcionada com base em dados das bases Scielo, PubMed e PEDro, no período entre agosto e setembro de 2025. Foram utilizados descritores booleanos relacionados ao tema, incluindo os onze recursos fisioterapêuticos em estudo: ozonioterapia, *ozone therapy*, terapia neural, *neural therapy*, laserterapia, *laser therapy*, ultrassom terapêutico, *therapeutic ultrasound*, corrente interferencial, *interferential current*, plasma rico em plaquetas, *platelet-rich plasma*, viscosuplementação, *viscosupplementation*, terapia por células-tronco mesenquimais, *mesenchymal stem cell therapy*, magnetoterapia, *magnetotherapy*, terapia por ondas de choque extracorpóreas, *extracorporeal shock wave therapy*, fotobiomodulação e *photobiomodulation*.

Foram definidos como critérios de inclusão: artigos nos idiomas português e inglês, textos completos e gratuitos, e estudos controlados e randomizados. Foram excluídos artigos publicados há mais de cinco anos e trabalhos sem relação com a temática.

A seguir, apresenta-se o fluxograma Prisma, utilizado para demonstrar de forma clara e sistematizada o processo de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos considerados nesta revisão integrativa. Inicialmente, foram encontrados 455.509 artigos nas bases de dados Scielo, PubMed e PEDro. Após a leitura de títulos e resumos, grande parte dos estudos foi excluída por não atender aos critérios da pesquisa. Os artigos restantes foram avaliados na íntegra, sendo novamente aplicados os critérios de elegibilidade previamente estabelecidos, como idioma, disponibilidade de texto completo, recorte temporal, tipo de estudo e relevância para a temática. Ao final desse processo, 10 estudos foram incluídos para compor a análise e discussão dos resultados, conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1: fluxograma Prisma



**Incluídos**

Estudos incluídos no estudo: 10

Dados da pesquisa, 2025.

## Resultados e Discussão

Com o objetivo de organizar e sintetizar os achados obtidos na presente revisão literária, elaborou-se a Tabela 1, que apresenta os recursos terapêuticos analisados, o número de artigos identificados para cada modalidade e uma breve descrição dos principais resultados observados. Os resultados específicos de cada estudo, incluindo seus delineamentos, amostras e principais desfechos clínicos, são descritos detalhadamente nos parágrafos subsequentes.

**Tabela 1:** Apresentação categorizada dos dados coletados dos estudos utilizados na revisão literária

Recurso Terapêutico	Quantidade de Artigos / Autor	Resultados
Corrente Interferencia	Almeida et al., 2022 <sup>2</sup>	1 artigo Após uma única sessão de 30 minutos, observou-se que a frequência de 100 Hz produziu resultados analgésicos mais expressivos, sugerindo maior eficácia no alívio imediato da dor lombar crônica.
Terapia por Ondas de Choque Extracorpórea	Leão et al., 2020 <sup>11</sup> Menekseoglu et al., 2023 <sup>14</sup> Saglam et al., 2022 <sup>19</sup>	3 artigos O estudo demonstrou melhora significativa nos níveis de dor, função e qualidade de vida após uma única aplicação de 900 pulsos de ondas de choque focais. Os resultados demonstraram melhora significativa da dor, da funcionalidade e das medidas eletrofisiológicas no grupo tratado com ondas de choque, em comparação ao grupo placebo. Os autores observaram que tanto a fisioterapia convencional quanto a TOCE radial foram eficazes, contudo, a TOCE apresentou resultados superiores, configurando-se como uma alternativa promissora para o manejo da síndrome do túnel do carpo.
Fotobiomodulação e laserterapia	Jankaew et al., 2023 <sup>9</sup> Elmelegy et al., 2024 <sup>4</sup>	3 artigos Os resultados indicaram melhora da força muscular e do desempenho funcional, especialmente no grupo tratado com o comprimento de onda de 808 nm. Os resultados mostraram que o grupo tratado com EPBM apresentou desempenho sensorial estatisticamente superior, maior movimento ativo total dos dedos afetados, melhor força de preensão, maior satisfação, tempo de cicatrização reduzido e avaliação estética mais favorável,

		além de menor incidência de dor, intolerância ao frio e deformidades no local doador.
	Ahmed et al., 2022 <sup>1</sup>	Os autores observaram que a laserterapia, associada à fisioterapia, promoveu redução da dor, melhora funcional e aumento da mobilidade lombar, sem efeitos adversos significativos.
Ultrassom terapêutico	1 artigo	
	Čota et al., 2023 <sup>3</sup>	Os resultados mostraram que o grupo tratado com ultrassom apresentou redução mais expressiva do tamanho das calcificações, além de melhora na força de preensão manual, função e percepção de dor.
Plasma rico em plaquetas	1 artigo	
	Paget et al., 2023 <sup>15</sup>	Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à melhora dos sintomas e da função articular, sendo inclusive observada uma leve vantagem para o grupo placebo. Além disso, não foram identificadas diferenças relevantes nos desfechos secundários.
Viscossuplementação	1 artigo	
	Leite et al. 2022 <sup>12</sup>	Os autores concluíram que a viscossuplementação com ácido hialurônico é uma alternativa segura e eficaz para reduzir a dor e melhorar a função manual em pacientes com rizartrose refratários ao tratamento conservador, podendo atuar como estratégia de manejo intermediário antes da indicação cirúrgica.

Fonte: Dados da pesquisa

Almeida et al. (2022)<sup>2</sup> investigaram o efeito analgésico imediato da corrente interferencial de 4 kHz (AMF) sobre a dor lombar crônica. O estudo incluiu participantes de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com dor lombar crônica inespecífica há mais de três meses e intensidade de dor superior a três pontos na Escala Numérica de Dor (END). Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos: dois de intervenção (IG4kHz/100Hz e IG4kHz/2Hz) e um grupo placebo (GP). Todos foram avaliados antes e após a intervenção por um fisioterapeuta treinado e cego quanto à alocação dos grupos. Após uma única sessão de 30 minutos, observou-se que a frequência de 100 Hz produziu resultados analgésicos mais expressivos, sugerindo maior eficácia no alívio imediato da dor lombar crônica.

Rampazo e Liebano (2022)<sup>16</sup> descrevem que o principal mecanismo analgésico da terapia por corrente interferencial (CI) está relacionado à ativação das fibras aferentes de grande diâmetro, responsáveis por inibir a transmissão das informações nociceptivas conduzidas por fibras de pequeno diâmetro, conforme preconiza a teoria do portão da dor proposta por Melzack e Wall. Além disso, os autores destacam que a CI pode estimular a liberação de neurotransmissores endógenos, como endorfina, serotonina e encefalina, que potencializam o efeito inibitório sobre a dor, sobretudo quando são utilizadas frequências de modulação mais baixas (2–10 Hz). Em contrapartida, frequências mais elevadas (90–130 Hz) tendem a promover

analgesia imediata, porém transitória, sendo indicadas para situações de dor aguda ou exacerbações de dor crônica. Dessa forma, os resultados encontrados por Almeida et al. (2022)<sup>2</sup>, que observaram maior alívio da dor com a frequência de 100 Hz, estão em plena consonância com o embasamento fisiológico e as evidências clínicas recentes, reforçando a importância da seleção precisa dos parâmetros terapêuticos para potencializar os efeitos da CI no controle da dor musculoesquelética crônica.

Leão et al. (2020)<sup>11</sup> avaliaram a eficácia da Terapia por Ondas de Choque Extracorpóreas (TOCE) em pacientes com fasciíte plantar. O estudo contou com 56 participantes, com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos de paciente com fascite plantar crônica unilateral, sintomas de dor no calcanhar na região da inserção proximal da fáscia plantar por mais de três semanas. Realizou-se bloqueio anestésico com 5 ml de cloridrato de lidocaína a 2%, no nervo tibial posterior, região retromaleolar medial, 15 a 20 minutos antes da aplicação do gel condutor na região do calcanhar, após uma única aplicação de 900 pulsos, com energia de 0,13 mJ/mm<sup>2</sup> e frequência de 4 pulsos/s. O estudo demonstrou melhora significativa nos níveis de dor, função e qualidade de vida após uma única aplicação de 900 pulsos de ondas de choque focais.

Menekseoglu et al. (2023)<sup>14</sup> investigaram os efeitos da TOCE em 66 pacientes com síndrome do túnel do carpo, randomizados em dois grupos: o primeiro recebeu a terapia por ondas de choque radiais ( $n = 33$ ) e o segundo foi submetido à terapia simulada ( $n = 33$ ). Todos os participantes utilizaram talas noturnas e realizaram exercícios de deslizamento do nervo tendíneo. As avaliações foram realizadas no início do estudo e após um mês de tratamento, utilizando-se a Escala Visual Analógica (EVA), o Questionário do Túnel do Carpo de Boston, o Leeds Neuropathic Symptom and Symptom Assessment e exames eletrofisiológicos. Os resultados demonstraram melhora significativa da dor, da funcionalidade e das medidas eletrofisiológicas no grupo tratado com ondas de choque, em comparação ao grupo placebo.

Saglam et al. (2022)<sup>19</sup> analisaram 95 pacientes (22 homens e 73 mulheres; faixa etária de 19 a 69 anos) com síndrome do túnel do carpo leve a moderada, distribuídos em três grupos. O grupo controle ( $n = 42$ ) tratado com imobilização e um programa de exercícios; o Grupo 2 ( $n = 42$ ) recebeu três sessões de terapia por ondas de choque radiais (rESWT) associadas à imobilização e exercícios; e o Grupo 3 ( $n = 41$ ) foi submetido a 15 sessões de fisioterapia convencional, também combinadas com imobilização e exercícios. As avaliações ocorreram antes das intervenções, três semanas e doze semanas após o tratamento, utilizando-se a Escala Visual Analógica (EVA), o Questionário do Túnel do Carpo de Boston (BCTQ), a Escala de Dor

de Avaliação de Sintomas e Sinais Neuropáticos de Leeds (LANSS) e testes eletrodiagnósticos. Os autores observaram que tanto a fisioterapia convencional quanto a TOCE radial foram eficazes, contudo, a TOCE apresentou resultados superiores, configurando-se como uma alternativa promissora para o manejo da síndrome do túnel do carpo.

De acordo com Ryskalin et al. (2022)<sup>18</sup>, a terapia por ondas de choque extracorpóreas (ESWT) atua por meio da mecanotransdução, promovendo efeitos biológicos além da ação mecânica, como aumento da perfusão, estimulação da angiogênese e osteogênese, modulação inflamatória e ativação de células-tronco, favorecendo o reparo e a regeneração tecidual. Esses mecanismos explicam os achados de Leão et al. (2020)<sup>11</sup>, Menekseoglu et al. (2023)<sup>14</sup> e Saglam et al. (2022)<sup>19</sup>, que relataram melhora significativa da dor, função e parâmetros eletrofisiológicos em pacientes com fasciíte plantar e síndrome do túnel do carpo, mostrando que a TOCE é eficaz tanto na analgesia quanto na recuperação funcional.

Jankaew et al. (2023)<sup>9</sup> avaliaram 47 participantes com osteoartrite do joelho, divididos aleatoriamente em três grupos: controle de 808 nm, controle de 660 nm e placebo. Os grupos de laserterapia de baixa intensidade (LLLT) receberam aplicação contínua com potência média de 300 mW em diferentes comprimentos de onda na articulação do joelho, durante 15 minutos por sessão, três vezes por semana, ao longo de oito semanas, enquanto o grupo controle recebeu tratamento placebo com LED. Foram avaliadas força muscular e desempenho funcional por meio dos testes de sentar e levantar em 30 segundos, caminhada de 40 metros, subida de escadas e teste TUG, realizados no início e uma semana após o término das intervenções. Os resultados indicaram melhora da força muscular e do desempenho funcional, especialmente no grupo tratado com o comprimento de onda de 808 nm.

Elmelegy et al. (2024)<sup>4</sup> avaliaram 60 pacientes com lesões na ponta dos dedos, divididos aleatoriamente em dois grupos. O Grupo 1 foi tratado com estimulação por fotobiomodulação (EPBM) usados a combinação de luz pulsada de 7 a 12 joules + radiofrequência de 5 a 7 joules, enquanto o Grupo 2 recebeu tratamento com retalho cruzado dos dedos (CFF). Após seis meses da cicatrização completa, foram realizadas avaliações dos resultados estéticos e funcionais, além da satisfação dos pacientes. Os resultados mostraram que o grupo tratado com EPBM apresentou desempenho sensorial estatisticamente superior, maior movimento ativo total dos dedos afetados, melhor força de preensão, maior satisfação, tempo de cicatrização reduzido e avaliação estética mais favorável, além de menor incidência de dor, intolerância ao frio e deformidades no local doador.

Ahmed et al. (2022)<sup>1</sup> investigaram os efeitos da laserterapia associada à fisioterapia convencional em 110 pacientes com lombalgia aguda e radiculopatia lombar discogênica unilateral. Desses, 55 realizaram apenas cinesioterapia e 55 receberam o protocolo combinado de cinesioterapia e laserterapia (830 nm, 3 J/ponto). Os autores observaram que a laserterapia, associada à fisioterapia, promoveu redução da dor, melhora funcional e aumento da mobilidade lombar, sem efeitos adversos significativos.

De acordo com Hamblin et a. (2017)<sup>8</sup> A fotobiomodulação (PBM) utiliza luz vermelha e infravermelha próxima para estimular cicatrização, reduzir dor e inflamação, agindo sobre a citocromo c oxidase mitocondrial e canais de cálcio, aumentando ATP, óxido nítrico e espécies reativas de oxigênio, e promovendo proliferação celular, migração e síntese proteica. Nos estudos incluídos<sup>9, 4, 1</sup>, os achados clínicos corroboram esta lógica fisioterapêutica melhorando força muscular e desempenho funcional em osteoartrite de joelho com PBM (808 nm)<sup>9</sup>; melhorias sensoriais, de preensão, cicatrização e diminuição da dor com EPBM<sup>4</sup>; redução da dor e melhora funcional em lombalgia aguda com radiculopatia quando associada a laserterapia<sup>1</sup>.

Estes resultados sugerem fortemente que a PBM não só promove analgesia e melhora funcional como também favorece reparo tecidual, confirmado que seus efeitos vão além de mera ação mecânica, abrangendo modulação nociceptiva, vascularização e regeneração celular.

Čota et al. (2023)<sup>3</sup> investigaram os efeitos do ultrassom terapêutico em 46 pacientes com calcificação do ombro confirmada por ultrassonografia, totalizando 52 ombros, quando incluídos pacientes com calcificação bilateral de ombros. Os participantes foram divididos em dois grupos: Grupo de tratamento (n= 26 ombros) e grupo controle (n= 26 ombros), ambos submetidos aos mesmos exercícios terapêuticos supervisionados por fisioterapeuta durante 30 minutos por sessão. O grupo de tratamento recebeu ultrassom terapêutico (4.500 J, 10 minutos por sessão, frequência de 1 MHz e intensidade de 1,5 W/cm<sup>2</sup>), enquanto o grupo controle recebeu ultrassom simulado por quatro semanas. As avaliações incluíram tamanho da calcificação, dor no ombro, mobilidade articular (ADM), força de preensão manual, Índice de Incapacidade do Questionário de Avaliação de Saúde (HAQ-DI), Índice de Dor e Incapacidade do Ombro (SPADI) e satisfação geral com a reabilitação. Os resultados mostraram que o grupo tratado com ultrassom apresentou redução mais expressiva do tamanho das calcificações, além de melhora na força de preensão manual, função e percepção de dor.

Os efeitos térmicos e mecânicos modificam a permeabilidade da membrana plasmática, o fluxo de íons e moléculas e a sinalização celular, promovendo, dessa forma, a cascata de

eventos fisiológicos que culminam na reparação das lesões<sup>20</sup>. Esses mecanismos explicam os achados de Cóta et al. (2023)<sup>3</sup>, que observaram redução significativa da calcificação do ombro, melhora da força e diminuição da dor no grupo tratado com ultrassom (1 MHz, 1,5 W/cm<sup>2</sup>, 10 min). Os resultados sugerem que a terapia favoreceu a reabsorção da calcificação e o alívio da dor por meio da estimulação circulatória e regenerativa.

No entanto, revisões recentes apontam que, embora a terapia por ultrassom mostre benefícios para articulações como o joelho, os achados para a região do ombro são inconsistentes e não alcançam diferenças estatísticas significativas<sup>7</sup>. Os autores também destacam a heterogeneidade das dosagens, protocolos, frequências, intensidades e durações utilizadas nos estudos, o que dificulta a padronização e a formulação de conclusões firmes sobre sua eficácia<sup>7</sup>.

Paget et al. (2023)<sup>15</sup> avaliaram a eficácia das injeções de plasma rico em plaquetas (PRP) no tratamento da osteoartrite do tornozelo. O estudo incluiu 100 pacientes, randomizados em dois grupos: PRP (n = 48) e placebo com solução salina (n = 52). Cada participante recebeu duas aplicações intra-articulares na articulação talocrural, sendo a primeira no momento da inclusão e a segunda após seis semanas. Os desfechos analisados incluíram dor, função, qualidade de vida e custos indiretos, avaliados ao longo de 52 semanas por meio de medidas autorreferidas, como a pontuação da *American Orthopaedic Foot & Ankle Society*. Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à melhora dos sintomas e da função articular, sendo inclusive observada uma leve vantagem para o grupo placebo, também, não foram identificadas diferenças relevantes nos desfechos secundários. Dessa forma, o estudo concluiu que, para pacientes com osteoartrite do tornozelo, as injeções de PRP não promoveram benefícios clínicos significativos em comparação ao placebo após 52 semanas de acompanhamento.

De acordo com Liang et al. (2022)<sup>13</sup>, o PRP pode reduzir inflamação, melhorar a angiogênese e estimular a proliferação e diferenciação de condrócitos por meio da liberação de citocinas, quimiocinas e fatores de crescimento, favorecendo a reparação de lesões ósseas e cartilaginosas, sendo amplamente utilizado em doenças ortopédicas. No entanto, evidências clínicas recentes indicam que esses efeitos nem sempre se traduzem em benefício funcional, o que, contraria os resultados de Paget et al. (2023)<sup>15</sup> onde não observaram diferenças significativas em dor, função ou qualidade de vida após 52 semanas em comparação ao placebo. De forma consistente. Em uma metanálise<sup>23</sup> sobre o mesmo tema, também não foram encontrados efeitos significativos do PRP frente ao controle, refletindo heterogeneidade entre os

estudos e sugerindo limitações na eficácia prática da intervenção. Esses achados indicam que, embora o PRP possua base fisiológica plausível, sua aplicação isolada na osteoartrite do tornozelo apresenta benefícios clínicos incertos, possivelmente influenciados por protocolo de aplicação e características específicas da articulação.

Leite et al. (2022)<sup>12</sup> avaliaram a eficácia da viscossuplementação com ácido hialurônico no tratamento da rizartrose, do polegar. O estudo incluiu 38 pacientes que apresentavam falha no tratamento conservador convencional — composto por uso de órteses, analgésicos e fisioterapia e que optaram por não realizar procedimento cirúrgico. Todos foram submetidos à injeção intra-articular de 1 mL de ácido hialurônico, realizada por via artroscópica e guiada por ultrassonografia. As variáveis analisadas incluíram força de preensão, força de pinça (polpa, lateral e trípode), abdução palmar, dor pela Escala Visual Analógica (EVA) e os questionários funcionais Quick-DASH e PRWE. As avaliações ocorreram antes e três meses após a intervenção, demonstrando melhora significativa na força de preensão e pinça, na abdução palmar e na dor (EVA), além de redução nos escores do Quick-DASH, indicando melhora funcional global da mão, chegando à conclusão que viscossuplementação com ácido hialurônico é uma alternativa segura e eficaz para reduzir a dor e melhorar a função manual em pacientes com rizartrose refratários ao tratamento conservador, podendo atuar como estratégia de manejo intermediário antes da indicação cirúrgica.

O ácido hialurônico intra-articular na osteoartrite do joelho restaura a viscoelasticidade do líquido sinovial, reduz citocinas pró-inflamatórias (IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ ), inibe metaloproteinases da matriz, neutraliza espécies reativas de oxigênio e modula vias nociceptivas, mecanismos que fundamentam a melhora clínica em pacientes com osteoartrite ou artrose de pequenas articulações<sup>6</sup> corroborando com o estudo de Leite et al. (2022)<sup>12</sup> onde evidenciaram benefícios clínicos compatíveis com o mecanismo de ação do ácido hialurônico. Esses achados reforçam que a viscossuplementação constitui uma estratégia segura e eficaz para reduzir dor e melhorar a função manual, servindo como alternativa intermediária antes de procedimentos cirúrgicos.

### Conclusão

A análise dos estudos apresentados evidência que diferentes recursos fisioterapêuticos, como a corrente interferencial, a terapia por ondas de choque extracorpóreas, a fotobiomodulação, o ultrassom terapêutico e a viscossuplementação, apresentam potencial relevante na regeneração musculoesquelética e no controle da dor, contribuindo para a

recuperação funcional de pacientes no período pós-lesão, exceto o plasma rico em plaquetas que apresentou resultados inconsistentes.

Cada recurso atua por mecanismos fisiológicos distintos, envolvendo modulação nociceptiva, estímulo à vascularização, processos reparativos e reorganização tecidual, reforçando a importância da seleção adequada do método e dos parâmetros terapêuticos para alcançar melhores resultados clínicos.

No entanto, apesar dos achados positivos, ainda há heterogeneidade nos protocolos, variação nas dosagens, frequências e tempos de aplicação, além de diferenças metodológicas entre os estudos analisados. Essa variabilidade limita a comparabilidade dos resultados e dificulta a formulação de diretrizes terapêuticas padronizadas.

Dessa forma, destaca-se a necessidade de ensaios clínicos robustos, com maior padronização, amostras ampliadas e acompanhamento a longo prazo, a fim de consolidar a eficácia, segurança e aplicabilidade desses recursos na regeneração musculoesquelética.

Portanto, conclui-se que as estratégias fisioterapêuticas analisadas demonstram contribuições significativas para a reabilitação pós-lesão, porém, estudos adicionais são essenciais para fortalecer as evidências e orientar de forma precisa a prática clínica.

### Referências

1. AHMED, Ishaq; BANDPEI, Mohammad Ali Mohseni; GILANI, Syed Amir; AHMAD, Ashfaq; ZAIDI, Faryal. Eficácia da terapia a laser de baixa intensidade em pacientes com radiculopatia lombar discogênica: um estudo controlado randomizado duplo-cego. *Pain Research and Management*, v. 2022, p. 6437523, 27 fev. 2022. DOI: 10.1155/2022/6437523. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35265302/>. Acesso em: 16 out. 2025.
2. ALMEIDA, Nicole; PALADINI, Luis Henrique; DIAS, Lucas Vinicius; SALES, Ramon Schmidt de; MACEDO, Ana Carolina Brandt de. Efeito analgésico imediato de corrente interferencial de 4 kHz (AMF) sobre a dor lombar crônica. *Coluna/Columna*, v. 21, n. 2, e25390, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/coluna/a/n6fBDWWMXcN7km3JvRbLpCC/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 16 out. 2025.
3. ČOTA, Stjepan; DELIMAR, Valentina; ŽAGAR, Iva; KOVAČ DURMIŠ, Kristina; KRISTIĆ CVITANOVIĆ, Nikolina; ZURA, Nikolina; PERIĆ, Porin; LAKTAŠIĆ ŽERJAVIĆ, Nadica. Eficácia do ultrassom terapêutico no tratamento da tendinite crônica calcificada do ombro: um estudo randomizado. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, v. 59, n. 1, p. 75–84, 1 fev. 2023. DOI: 10.23736/S1973-9087.22.07715-2. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10035437/#sec10>. Acesso em: 16 out. 2025.
4. ELMELEGY, Nader Gomaa; SADAKA, Mohamed Saad. Avaliação da eletrofotobiomodulação como ferramenta recente no arsenal de tratamento de lesões na ponta dos dedos. *BMC Surgery*, v. 24, n. 1, p. 313, 16 out. 2024. DOI: 10.1186/S12893-024-02589-8. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39407202/>. Acesso em: 16 out. 2025.

5. FAVIER, Anne-Laure; NIKOVICS, Krisztina. *Molecular and Cellular Mechanisms of Inflammation and Tissue Regeneration*. Biomedicines, Basel, v. 11, n. 5, p. 1416, 10 mai. 2023. DOI: 10.3390/biomedicines11051416. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37239087/>. Acesso em: 10 set. 2025.
6. Glinkowski W, Śladowski D, Tomaszewski W, Pol-Iaha Study Group. Molecular Mechanisms and Therapeutic Role of Intra-Articular Hyaluronic Acid in Osteoarthritis: A Precision Medicine Perspective. *J Clin Med*. 2025 Apr 8;14(8):2547. doi: 10.3390/jcm14082547. PMID: 40283379; PMCID: PMC12027770.
7. Guan H, Wu Y, Wang X, Liu B, Yan T, Abedi-Firouzjah R. Ultrasound therapy for pain reduction in musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis. *Ther Adv Chronic Dis*. 2024 Aug 20;15:20406223241267217. doi: 10.1177/20406223241267217. PMID: 39170758; PMCID: PMC11337181.
8. Hamblin MR. Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys*. 2017;4(3):337-361. doi: 10.3934/biophys.2017.3.337. Epub 2017 May 19. PMID: 28748217; PMCID: PMC5523874.
9. JANKAEW, Amornthep; VOCE, Yu-Lin; YANG, Tai-Hua; CHANG, Yu-Wei; LIN, Cheng-Feng. Os efeitos da laserterapia de baixa potência na força muscular e nos resultados funcionais em indivíduos com osteoartrite do joelho: um estudo controlado randomizado duplo-cego. *Scientific Reports*, v. 13, n. 1, p. 165, 4 jan. 2023. DOI: 10.1038/s41598-022-26553-9. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36599881/>. Acesso em: 16 out. 2025.
10. LANA RIOS; César Henrique de Miranda. *PROTOCOLOS DE REABILITAÇÃO EM PACIENTES COM LESÕES MUSCULOESQUELÉTICAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA*. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S.I.], v. 9, n. 3, p. 16017, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16017>. Acesso em: 10 set. 2025.
11. LEÃO, R.; et al. Eficácia da terapia por ondas de choque no tratamento de fasciite plantar. *Acta Ortopédica Brasileira*, [S. I.], 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aob/a/vXbMgykdY4spFLfHWkFM7cq/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 16 out. 2025.
12. LEITE, I.; et al. Viscosuplementação com Ácido Hialurônico para o Tratamento de Rizartrose. *Archives of Health Investigation*, v. 11, n. 5, p. 795-798, 2022. DOI: 10.21270/archi.v11i5.5932. Disponível em: <https://doi.org/10.21270/archi.v11i5.5932>. Acesso em: 06 nov. 2025.
13. LIANG, Yinru; LI, Juan; WANG, Yuhui; HE, Junchu; CHEN, Liji; CHU, Jiaqi; WU, Hongfu. *Platelet Rich Plasma in the Repair of Articular Cartilage Injury: A Narrative Review*. *Cartilage*, v. 13, n. 3. Jul.–Sept. 2022. DOI: 10.1177/19476035221118419. Disponível em: <https://www.ovid.com/journals/crtl/fulltext/10.1177/19476035221118419~platelet-rich-plasma-in-the-repair-of-articular-cartilage>. Acesso em: 06 nov. 2025.
14. MENEKSEOGLU, Ahmet Kivanc; KORKMAZ, Merve Damla; SEGMEN, Hatice. Eficácia clínica e eletrofisiológica da terapia extracorpórea por ondas de choque na síndrome do túnel do carpo: um ensaio clínico duplo-cego controlado por placebo. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 69, n. 1, p. 124–130, 17 fev. 2023. DOI: 10.1590/1806-9282.20220943. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36820719/>. Acesso em: 16 out. 2025.
15. PAGET, L.; et al. Injeções de plasma rico em plaquetas para o tratamento da osteoartrite do tornozelo. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 10, p. 2625–2634, ago. 2023. DOI: 10.1177/03635465231182438. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37417359/>. Acesso em: 16 out. 2025.
16. Rampazo, E. P.; Liebano, R. E. (2022). *Analgesic Effects of Interferential Current Therapy: A Narrative Review*. *Medicina (Kaunas)*, 58(1): 141. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8779694/>

17. ROMAN, J. Fibroblasts—Warriors at the Intersection of Wound Healing and Disrepair. *Biomolecules*, Basel, v. 13, n. 6, p. 945, 2023. DOI: 10.3390/biom13060945. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2218-273X/13/6/945>. Acesso em: 10 set. 2025.
18. Ryskalin L, Morucci G, Natale G, Soldani P, Gesi M. Molecular Mechanisms Underlying the Pain-Relieving Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy: A Focus on Fascia Nociceptors. *Life (Basel)*. 2022 May 17;12(5):743. doi: 10.3390/life12050743. PMID: 35629410; PMCID: PMC9146519. Acesso em: 06 nov. 2025.
19. SAGLAM, G.; CETINKAYA ALISAR, D.; OZEN, S. Fisioterapia versus terapia por ondas de choque extracorpóreas radiais no tratamento da síndrome do túnel do carpo: um estudo randomizado-controlado. *Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*, v. 68, n. 1, p. 126–135, 2022. Disponível em: <https://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/71494>. Acesso em: 16 out. 2025.
20. SILVA A. et al. Biochemical and Physiological Events Involved in Responses to the Ultrasound Used in Physiotherapy: A Review. *Ultrasound Med Biol*. 2022 Dec;48(12):2417-2429. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2022.07.009. Epub 2022 Sep 15. PMID: 36115728.
21. SILVA, L.; et al. Aplicabilidade do tratamento de medicina regenerativa no tecido cardíaco. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, v. 7, n. 1, p. 1104, 2023. DOI: <https://doi.org/10.51189/rema/1104>. Disponível em: <https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/1104>. Acesso em: 10 set. 2025.
22. ZELIS, Paulo; PEREIRA, Ana Clara; LOPES, Ricardo. Fisioterapia regenerativa no tratamento musculoesquelético: avanços, desafios e perspectivas clínicas. *Revista Brasileira de Medicina Física e Reabilitação*, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 345-356, 2023. DOI: 10.1016/j.rbmrf.2023.01.004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S141335523000046>. Acesso em: 12 set. 2025.
23. Zhang et al. "The efficacy of platelet-rich plasma in ankle disease: a systematic review and meta-analysis", *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 2024. <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-024-05420-5>. Acesso em: 05 nov. 2025