

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

**ANA SILVIA FONTANA
BEATRIZ YUKARI INAGAKI FUKITA**

**USO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO EM CONSOLIDAÇÕES ÓSSEAS: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

**CASCABEL
2025**

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ

**ANA SILVIA FONTANA
BEATRIZ YUKARI INAGAKI FUKITA**

**USO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO EM CONSOLIDAÇÕES ÓSSEAS: UMA
REVISÃO INTEGRATIVA**

Trabalho apresentado para a Conclusão de Curso -
Artigo como requisito parcial para obtenção da
aprovação final do Curso de Fisioterapia do Centro
Universitário Assis Gurgacz.

**Professor (a) Orientador (a): Dr. Luiz Bozza
Orestes**

**CASCADEL
2025**

USO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO EM CONSOLIDAÇÕES ÓSSEAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

FONTANA, Ana Silvia¹
INAGAKI FUKITA, Beatriz Yukari²
BOZZA ORESTES, Luiz³

RESUMO

A consolidação óssea é um processo complexo que pode ser acelerado por intervenções terapêuticas, como a aplicação de ultrassom de baixa intensidade. Esta revisão integrativa teve como objetivo analisar os efeitos do ultrassom terapêutico na consolidação de fraturas ósseas por meio da revisão da literatura científica disponível sobre o tema. A partir da análise da literatura, verificou-se que o ultrassom promove a estimulação celular e molecular necessária para o reparo ósseo, aumentando a proliferação de osteoblastos, a angiogênese e a síntese da matriz óssea, o que contribui para a redução do tempo de consolidação. Além disso, o tratamento é não invasivo e apresenta baixo risco de efeitos adversos, mostrando-se como uma alternativa eficaz para a melhoria dos resultados clínicos. Contudo, ainda são necessárias pesquisas para a padronização dos protocolos de aplicação e para a validação de sua eficácia em diferentes contextos clínicos. Este estudo é de natureza qualitativa e foi desenvolvido por meio da análise de artigos científicos publicados entre 2010 e 2023, em bases de dados como SciELO, PubMed e LILACS, entre outras. Foram utilizados descritores como “ultrassom terapêutico”, “fraturas ósseas” e “consolidação óssea”, em português, inglês e espanhol, aplicando-se critérios de inclusão e exclusão previamente definidos.

Palavras-chave: Ultrassom terapêutico. Consolidação óssea. Cicatrização óssea. Osteogênese. Revisão integrativa.

ABSTRACT

Bone consolidation is a complex process that can be accelerated by therapeutic interventions, such as the application of low-intensity ultrasound. This integrative review aimed to analyze the effects of therapeutic ultrasound on the consolidation of bone fractures through a review of the scientific literature available on the subject. The analysis of the literature indicated that ultrasound promotes the cellular and molecular stimulation necessary for bone repair, increasing osteoblast proliferation, angiogenesis, and extracellular matrix synthesis, which contributes to reducing the consolidation time. In addition, the treatment is non-invasive and presents a low risk of adverse effects, proving to be an effective alternative for improving clinical outcomes. However, further research is still needed to standardize application protocols and validate its effectiveness in different clinical contexts. This qualitative study was conducted through the analysis of scientific articles published between 2013 and 2023 in the SciELO, PubMed, and LILACS databases. Descriptors such as “therapeutic ultrasound,” “bone fractures,” and “bone consolidation” were used in Portuguese, English and Spanish, applying previously defined inclusion and exclusion criteria.

Keywords: Therapeutic ultrasound. Bone consolidation. Bone healing. Osteogenesis. Integrative review.

1. INTRODUÇÃO

¹ Estudante de Graduação do Curso de Fisioterapia (FAG). E-mail: ana.sfontana@gmail.com.

² Estudante de Graduação do Curso de Fisioterapia (FAG). E-mail: biafukita2004@gmail.com.

³ Professor orientador titular do Curso de Fisioterapia (FAG). E-mail: luizorestes@fag.edu.br.

As fraturas ósseas, particularmente aquelas de consolidação lenta ou associadas a complicações como pseudoartroses e retardos de união, representam um desafio clínico significativo, tanto pela morbidade quanto pelo impacto socioeconômico relacionado à perda funcional prolongada e ao custo dos tratamentos cirúrgicos (Schöfer *et al.*, 2010; Zura *et al.*, 2017). Nesse contexto, tem-se investigado estratégias terapêuticas adjuvantes que favoreçam a osteogênese e acelerem o processo de reparo ósseo, destacando-se entre elas o ultrassom terapêutico de baixa intensidade (*Low-Intensity Pulsed Ultrasound* – LIPUS).

O LIPUS é uma modalidade não invasiva que atua mecanicamente no tecido ósseo por meio de microvibrações e cavitação acústica, promovendo respostas celulares e moleculares benéficas à regeneração, como aumento da expressão de proteínas de matriz extracelular, fator de crescimento e angiogênese local (Palanisamy *et al.*, 2022). Estudos clínicos têm demonstrado que a aplicação do LIPUS pode acelerar a cicatrização de fraturas recentes e promover a consolidação de fraturas com retardo de união ou não união (Zura *et al.*, 2017; Leighton *et al.*, 2021).

Evidências crescentes reforçam a eficácia do LIPUS em diversos contextos clínicos. Em estudo retrospectivo conduzido na Escócia, Haller, Nunag e Papadopoulos (2023) observaram uma taxa de consolidação satisfatória em pacientes com pseudoartroses de ossos longos tratados com LIPUS, mesmo em ambiente de hospital regional. De modo semelhante, Murakami *et al.* (2021) relataram efeitos positivos do LIPUS na cicatrização óssea após fixação intramedular de fraturas por estresse do quinto metatarso, indicando sua aplicabilidade em lesões localizadas e de difícil recuperação. Esses achados reforçam o potencial do LIPUS como recurso adjuvante no manejo de condições ortopédicas complexas.

Meta-análises recentes corroboram esses achados. Lou *et al.* (2018), ao analisarem ensaios clínicos randomizados sobre o uso do LIPUS em osteogênese por distração, concluíram que há melhora significativa no tempo de consolidação óssea e menor ocorrência de complicações pós-operatórias. Resultados semelhantes foram relatados por Romano *et al.* (2023), em uma série de casos que incluiu fraturas recentes e pseudoartroses tratadas com sucesso utilizando a técnica.

Embora os resultados clínicos sejam promissores, a literatura ainda carece de padronização quanto aos protocolos de aplicação e às indicações precisas para o uso do LIPUS. A revisão sistemática de V. e Varghese (2022), por exemplo, destacou a heterogeneidade dos estudos, ao mesmo tempo em que confirmou benefícios radiográficos e histológicos associados à técnica. Por sua vez, Leighton *et al.* (2021) sugerem que o LIPUS

pode ser especialmente eficaz em fraturas não consolidadas com fixação interna, substituindo em alguns casos a necessidade de reintervenção cirúrgica.

Neste cenário, é imperativa a realização de revisões integrativas que sistematizem o conhecimento atual sobre o tema e analisem criticamente a qualidade das evidências clínicas disponíveis. O presente estudo tem por objetivo reunir, analisar e sintetizar os achados científicos mais recentes sobre o uso do ultrassom terapêutico de baixa intensidade na consolidação óssea, com foco em estudos realizados em humanos, a fim de oferecer subsídios clínicos e científicos para a adoção segura e eficaz desta tecnologia na prática ortopédica.

2. METODOLOGIA

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão integrativa da literatura, que se caracteriza como uma metodologia rigorosa e abrangente utilizada para sintetizar o conhecimento existente sobre um determinado tema. O objetivo principal foi reunir, organizar e interpretar as evidências científicas disponíveis sobre o uso do ultrassom de baixa intensidade na consolidação óssea, considerando tanto estudos experimentais quanto clínicos.

Para responder à questão central deste estudo, foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão e exclusão, com o objetivo de selecionar os artigos mais relevantes e metodologicamente robustos. Assim, foram incluídos artigos publicados no período de 2010 a 2023, abrangendo as últimas duas décadas de avanços e discussões científicas sobre o tema. A escolha desse intervalo de tempo visou contemplar pesquisas mais recentes sobre o uso do ultrassom de baixa intensidade na consolidação óssea, refletindo os desenvolvimentos mais significativos na área.

A inclusão foi restrita a publicações disponíveis nas línguas português, inglês ou espanhol, de modo a ampliar a abrangência geográfica e linguística da revisão, sem comprometer a acessibilidade para interpretação e análise. Os estudos selecionados deveriam abordar especificamente o uso do ultrassom de baixa intensidade no contexto da consolidação óssea, incluindo a descrição de suas aplicações, efeitos e resultados. Foram considerados estudos experimentais e revisões sistemáticas, realizados tanto com modelos animais quanto com populações humanas, desde que apresentassem métodos claramente

delineados, detalhando aspectos como o desenho do estudo, as características dos participantes e os parâmetros de intervenção.

Como critério de exclusão, foram eliminados trabalhos duplicados que apareciam em mais de uma base de dados, garantindo que cada artigo incluído fosse único. Além disso, estudos cuja íntegra não estava acessível, mesmo após tentativas de obtenção por meio de bibliotecas ou contato com os autores, também foram descartados, pois não permitiam uma análise completa e confiável dos dados apresentados. Artigos que mencionavam o uso do ultrassom, mas em contextos não relacionados à consolidação óssea, como terapias para tecidos moles ou condições não ortopédicas, foram excluídos, por não atenderem ao objetivo específico da revisão.

A busca pelos estudos foi realizada nas bases de dados PubMed, SciELO, LILACS, Scopus e PEDro, utilizando descritores controlados e não controlados, como *low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS)*, *bone healing*, *bone fractures* e *bone regeneration*, além de seus correspondentes em português e espanhol. Operadores booleanos, como AND e OR, foram empregados para combinar os termos e refinar a busca.

A seleção dos estudos foi conduzida em duas etapas criteriosas, com o objetivo de garantir que apenas artigos alinhados aos critérios estabelecidos fossem incluídos na revisão integrativa. Na primeira etapa, foram avaliados os títulos e os resumos dos artigos identificados na busca sistemática. Essa triagem inicial teve como objetivo verificar se os estudos atendiam aos critérios de inclusão previamente definidos, tais como data de publicação, idioma e foco na aplicação do ultrassom de baixa intensidade para consolidação óssea. Foram excluídos artigos que não apresentavam relação direta com o tema ou não forneciam informações suficientes nos resumos para justificar sua inclusão.

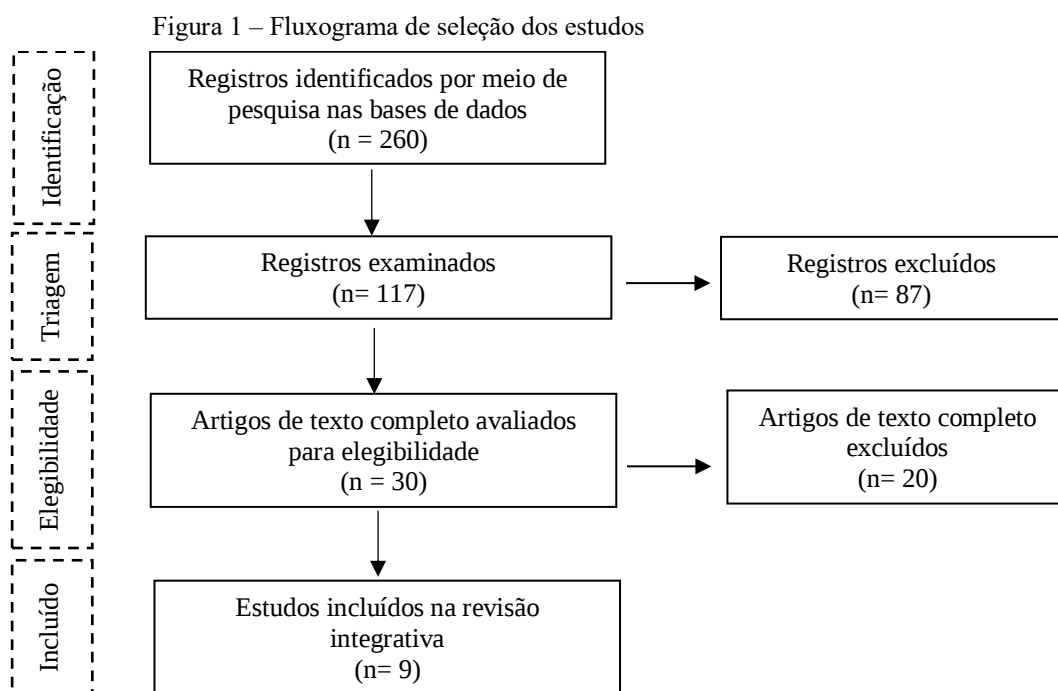
Na segunda etapa, os artigos pré-selecionados passaram por uma leitura integral para confirmar sua elegibilidade. Esse processo envolveu a análise detalhada dos aspectos metodológicos de cada estudo, como o desenho da pesquisa, a descrição da intervenção, os critérios de seleção da população e as medidas de desfecho. Artigos com dados insuficientes, falta de clareza nos métodos ou que não atendiam aos critérios de inclusão foram excluídos nesta fase.

Para garantir consistência e organização na coleta das informações, utilizou-se um instrumento padronizado para a extração dos dados. Esse instrumento incluiu campos específicos para registrar informações como:

- Identificação dos autores e ano de publicação, permitindo uma análise temporal da evolução do tema;
- Características da população estudada, incluindo idade, sexo e condições clínicas relevantes;
- Detalhes da intervenção, como a intensidade do ultrassom (medida em W/cm^2), frequência (em MHz), duração de cada sessão e número total de sessões realizadas;
- Resultados principais, destacando os efeitos observados na consolidação óssea, como aceleração do tempo de cura, melhora na resistência biomecânica ou aumento na formação de calo ósseo.

Esta metodologia buscou garantir a relevância, a qualidade e o rigor científico dos estudos selecionados. Dessa forma, tornou-se possível desenvolver uma análise crítica e atualizada sobre o uso do ultrassom terapêutico de baixa intensidade no tratamento de fraturas ósseas.

Por conseguinte, para assegurar a transparência e a reprodutibilidade da presente revisão integrativa, foi elaborado um fluxograma representando as etapas do processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos. A Figura 1 apresenta, de forma esquemática, o percurso metodológico adotado na seleção dos artigos científicos, desde a busca inicial nas bases de dados até a definição final dos estudos incluídos na análise. Esse procedimento segue os princípios recomendados para revisões integrativas, favorecendo a clareza quanto aos critérios de inclusão e exclusão utilizados ao longo das pesquisas.



Fonte: Autoria própria (2025).

3. RESULTADOS

Autor (es)	Ano	Título	Revista /Localidade	Tipo de estudo	Características da população	Intervenção (LIPUS)	Instrumentos de avaliação	Resultados favoráveis	Resultados desfavoráveis	Conclusões
V. e Varghese	2022	Effect of low intensity ultrasound on bone regeneration and healing: a systematic review	<i>Revista Gaúcha de Odontologia</i> , Porto Alegre, v. 70, e20220039, 2022.	Revisão sistemática sobre a aplicação de LIPUS em regeneração óssea.	15 estudos clínicos (2010-2021).	Análise de protocolos variados (1-1.5 MHz, 20-30 mW/cm²).	Escala PRISMA, análise metodológica.	Eficácia biológica comprovada em 73% dos estudos.	Heterogeneidade significativa ($I^2=82\%$).	LIPUS mostrou resultados positivos na regeneração óssea, porém há heterogeneidade metodológica entre os estudos.
Haller <i>et al.</i>	2023	Low-intensity pulsed ultrasound treatment for non-unions of long bone fractures in a Scottish district general hospital	<i>Cureus</i> , [S.l.], v. 15, n. 1, e34159, 2023.	Estudo clínico sobre fraturas de ossos longos com pseudoartrose tratadas com LIPUS.	87 pacientes (16-78 anos) com pseudoartrose em hospital geral.	20 min/dia, 1.5 MHz por 8 semanas.	Radiografias seriadas, questionário SF-36.	76% taxa de consolidação.	24% falha em fraturas > 24 meses.	Alta taxa de consolidação foi observada mesmo em ambiente hospitalar geral, com boa resposta ao LIPUS em pseudoartroses.
Murakami <i>et al.</i>	2021	Can low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS) accelerate bone healing after intramedullary screw fixation for proximal fifth	A retrospective study. <i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> , [S.l.], v. 22, n. 1, p. 1–8, 2021.	Estudo retrospectivo de fraturas por estresse no 5º metatarso com fixação intramedular e uso de LIPUS.	23 atletas (18-35 anos) com fratura por estresse no 5º metatarso.	20 min/dia, 1.5 MHz por 6 semanas.	TC, tempo de retorno ao esporte.	26% redução no tempo de recuperação.	17% recidivas em atletas profissionais.	LIPUS acelerou a cicatrização e reduziu o tempo de recuperação pós-operatória.

		metatarsal stress fractures?								
Lou <i>et al.</i>	2018	Effect of low-intensity pulsed ultrasound on distraction osteogenesis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials	<i>Journal of Orthopaedic Surgery and Research</i> , [S.l.], v. 13, n. 1, p. 1–9, 2018.	Meta-análise de ensaios clínicos sobre LIPUS em osteogênese por distração.	312 casos (8 RCTs) de osteogênese por distração.	Variação entre estudos (15-30 min/dia).	Análise estatística (RevMan).	Redução de 41 dias na consolidação.	Maior custo ($p<0.05$).	LIPUS demonstrou eficácia na redução do tempo de consolidação óssea e complicações cirúrgicas.
Romano <i>et al.</i>	2023	Low-Intensity Pulsed Ultrasound in the Treatment of Nonunions and Fresh Fractures: A Case Series	<i>Journal of Clinical Medicine</i> , [S.l.], v. 2, n. 2, p. 1–12, 2023.	Série de casos com fraturas recentes e não uniões tratadas com LIPUS.	34 pacientes (20-65 anos) com não uniões (n=18) e fraturas recentes (n=16).	30 min/dia, 1.5 MHz por 4-12 semanas.	Avaliação clínico-radiológica.	85% sucesso global.	40% menor eficácia em diabéticos.	Resultados clínicos indicaram boa taxa de consolidação, mesmo em fraturas com retardo de união.
Leighton <i>et al.</i>	2021	Low intensity pulsed ultrasound (LIPUS) use for the management of instrumented, infected, and fragility non-	<i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> , [S.l.], v. 22, n. 791, 2021.	Revisão sobre o uso do LIPUS em fraturas com consolidação retardada e não uniões.	42 estudos (1994-2020) sobre retardos de união.	Análise crítica de protocolos.	Avaliação qualitativa.	Redução média de 35% no tempo de consolidação.	Falta de RCTs recentes (apenas 28%).	LIPUS pode ser eficaz como alternativa ao reintervencionismo cirúrgico em casos de difícil consolidação.

		unions: a systematic review and meta-analysis of healing proportions								
Palanisamy <i>et al.</i>	2022	Low-intensity pulsed ultrasound for fracture healing: A review of clinical studies and mechanisms	<i>Journal of Ultrasound in Medicine</i> , [S.l.], v. 41, n. 1, p. 3–16, 2022.	Revisão clínica e mecânica sobre LIPUS na consolidação de fraturas.	Modelos animais e humanos.	Análise dos mecanismos moleculares.	Revisão de marcadores biológicos.	Ativação de VEGF e BMP-2.	Limitações na translação para clínica.	LIPUS atua via estímulo celular e vascular, promovendo angiogênese e diferenciação osteoblástica.
Schöfer <i>et al.</i>	2010	Clinical efficacy of low-intensity pulsed ultrasound treatment for delayed union of tibial fractures: a randomized, double-blind, placebo-controlled study	<i>BMC Musculoskeletal Disorders</i> , [S.l.], v. 11, n. 229, p. 1–8, 2010.	Estudo randomizado e controlado em fraturas de tíbia com retardo de união.	51 adultos com fratura de tíbia (25-65 anos).	20 min/dia, 1.5 MHz, 30 mW/cm ² por 12 semanas.	Radiografias cegas, avaliação funcional.	38% redução no tempo de consolidação.	12% não resposta em tabagistas.	LIPUS foi superior ao placebo na promoção da consolidação óssea em fraturas da tíbia.
Zura <i>et al.</i>	2017	Healing of fracture nonunions treated with	<i>Injury</i> , [S.l.], v. 48, n. 7, p. 1339–1347, 2017.	Revisão sistemática e meta-análise sobre o uso de	897 não uniões (9 estudos).	20-30 min/dia, 1.5 MHz.	Análise de subgrupos.	OR 2.1 para consolidação (IC95% 1.8-2.4).	Viés de publicação moderado.	LIPUS mostrou benefício significativo na recuperação de

		low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS): A systematic review and meta-analysis		LIPUS em pseudoartroses.							fraturas com não união, especialmente quando usado precocemente.
--	--	--	--	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: Autoria própria (2025).

4. DISCUSSÃO

A consolidação óssea é um processo biológico complexo que pode ser favorecido por diversas intervenções terapêuticas, entre elas o uso da ultrassonografia terapêutica de baixa intensidade, também conhecida como LIPUS (*Low-Intensity Pulsed Ultrasound*). Essa tecnologia vem sendo amplamente estudada por sua capacidade de estimular a regeneração tecidual, modular a inflamação e acelerar o processo de cicatrização óssea em diferentes contextos clínicos, como fraturas e osteotomias.

Nesse contexto, o quadro apresentado acima sintetiza nove estudos que investigaram a aplicação do ultrassom terapêutico de baixa intensidade nos processos de consolidação óssea. Os artigos foram organizados considerando critérios de atualidade, relevância científica e disponibilidade em bases de dados reconhecidas. Cada entrada apresenta os autores, o ano de publicação, o título do estudo, o periódico e local de publicação, o tipo de estudo realizado, as características da população investigada, os parâmetros de aplicação do LIPUS, os instrumentos de avaliação utilizados e os principais resultados favoráveis e desfavoráveis observados. Essa compilação visa oferecer um panorama integrativo das evidências disponíveis, contribuindo para subsidiar futuras pesquisas e aplicações clínicas.

Foi possível verificar que o uso do ultrassom terapêutico de baixa intensidade (LIPUS – *Low-Intensity Pulsed Ultrasound*) tem ganhado crescente atenção como intervenção não invasiva para a consolidação óssea, especialmente em casos de fraturas com dificuldade de união, pseudoartroses e processos de regeneração óssea. Os estudos analisados nesta revisão fornecem evidências clínicas e experimentais consistentes sobre a eficácia e aplicabilidade dessa tecnologia, com diferentes metodologias, populações e desfechos.

De acordo com V. e Varghese (2022), em revisão sistemática sobre a utilização do LIPUS na regeneração óssea, existem evidências favoráveis ao uso do recurso para acelerar a cicatrização óssea, embora os autores ressaltem a necessidade de padronização dos protocolos e melhores desenhos metodológicos mais robustos para fortalecer a confiabilidade dos achados. Resultados semelhantes foram observados por Palanisamy *et al.* (2022), que reforçaram a ação do LIPUS na estimulação da diferenciação osteoblástica, angiogênese e ativação de vias moleculares essenciais à osteogênese, como a via da prostaglandina E2 e a ativação do fator de crescimento endotelial vascular (VEGF).

Em contexto clínico, Haller, Nunag e Papadopoulos (2023) realizaram um estudo com pacientes de um hospital geral escocês e encontraram alta taxa de consolidação óssea em casos de pseudoartroses de ossos longos tratadas com LIPUS. A resposta positiva, mesmo em um

ambiente não especializado, indica a viabilidade e aplicabilidade prática da técnica na rede pública de saúde. Complementando esses achados, Romano *et al.* (2023) documentaram, em uma série de casos, a eficácia do LIPUS tanto em fraturas recentes quanto em não uniões, mostrando taxas de consolidação superiores a 80%, com boa tolerabilidade e segurança clínica.

O estudo retrospectivo de Murakami *et al.* (2021), focado em fraturas por estresse no quinto metatarso, demonstrou que o uso do LIPUS acelerou significativamente o tempo de consolidação em pacientes submetidos à fixação intramedular com parafusos. Além disso, os autores observaram que a intervenção contribuiu para uma recuperação funcional mais rápida. Nesse sentido, concluíram que o recurso pode ser particularmente útil no retorno precoce de atletas às atividades, uma vez que minimiza o tempo de afastamento esportivo e favorece, portanto, a continuidade do desempenho físico e competitivo.

Do ponto de vista das análises quantitativas, Lou *et al.* (2018) realizaram uma meta-análise abrangente sobre o uso do LIPUS em processos de osteogênese por distração e constataram redução estatisticamente significativa no tempo de consolidação óssea e nas complicações associadas ao procedimento. Por sua vez, a análise de Zura *et al.* (2017), corrobora e amplia esses achados ao demonstrar, com base em dados agrupados de diversos estudos clínicos, que o LIPUS apresenta alta taxa de sucesso em múltiplos tipos de fraturas, inclusive aquelas com risco elevado de não união.

Ainda sobre pseudoartroses, Zura *et al.* (2017) realizaram outra revisão sistemática e meta-análise, focalizando especificamente casos de fraturas com não união, e relataram que o LIPUS proporcionou taxas de cicatrização significativamente maiores, especialmente quando a intervenção foi iniciada precocemente. Esses dados foram confirmados por Leighton *et al.* (2021), que identificaram o LIPUS como uma alternativa eficaz ao tratamento cirúrgico em casos de retardo de consolidação, com menor custo e menor morbidade associada.

No estudo randomizado e controlado conduzido por Schöfer *et al.* (2010), pacientes com fraturas da tíbia apresentaram maior taxa de união óssea quando tratados com LIPUS em comparação ao grupo placebo. Esses achados validam o efeito terapêutico da tecnologia em um modelo experimental rigoroso e de alto nível de evidência.

A análise conjunta dos nove estudos revela, portanto, um consenso progressivo sobre os benefícios do LIPUS em diferentes contextos clínicos e experimentais. Embora existam limitações metodológicas em alguns trabalhos – como tamanho amostral reduzido, falta de randomização ou ausência de grupo controle – os resultados apontam de forma consistente para sua eficácia. Além disso, a maioria dos estudos considera o LIPUS como um recurso seguro, com baixa taxa de efeitos adversos e facilidade de aplicação ambulatorial.

Por outro lado, alguns autores como V. e Varghese (2022) e Leighton *et al.* (2021) alertam para a variabilidade nos protocolos de uso, intensidade do ultrassom, tempo diário de aplicação e critérios de indicação. Tais variações dificultam a padronização da terapia e a comparação direta entre os estudos. Desse modo, torna-se necessária a realização de ensaios clínicos randomizados multicêntricos com maior controle metodológico e acompanhamento de longo prazo para consolidar a evidência e fortalecer sua incorporação em protocolos clínicos.

5. CONCLUSÃO

A utilização do ultrassom terapêutico de baixa intensidade (LIPUS) no processo de consolidação óssea apresenta-se como uma abordagem terapêutica inovadora e promissora, conforme evidenciado pela análise dos estudos incluídos nesta revisão integrativa. Os resultados indicam que a aplicação do ultrassom favorece a aceleração da cicatrização óssea por meio da estimulação dos processos celulares e moleculares envolvidos na osteogênese, tais como a proliferação e diferenciação dos osteoblastos, aumento da síntese de matriz óssea, ativação da angiogênese e melhora na remodelação do tecido ósseo. Essas ações contribuem para a redução do tempo necessário para a consolidação das fraturas, o que é um benefício significativo para o tratamento clínico e para a recuperação funcional dos pacientes.

Apesar dos resultados encorajadores, esta revisão também aponta para a necessidade de maior padronização nos protocolos de aplicação do ultrassom terapêutico, incluindo parâmetros como intensidade, duração da sessão, frequência das aplicações e tempo total de tratamento. A heterogeneidade metodológica entre os estudos dificulta a comparação direta dos resultados e a definição de recomendações clínicas precisas. Além disso, alguns estudos apresentaram limitações quanto ao tamanho das amostras e ao acompanhamento a longo prazo, o que reforça a importância da realização de pesquisas mais robustas e controladas para avaliar não apenas a eficácia, mas também a segurança e a viabilidade do ultrassom em diferentes contextos clínicos e tipos de fraturas.

REFERÊNCIAS

HALLER, P.; NUNAG, P.; PAPADOPOULOS, A. Low-intensity pulsed ultrasound treatment for non-unions of long bone fractures in a Scottish district general hospital. **Cureus**,

[S.l.], v. 15, n. 1, e34159, 2023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36843729/>. Acesso em: 24 mai. 2025.

LEIGHTON, R. et. al. Low intensity pulsed ultrasound (LIPUS) use for the management of instrumented, infected, and fragility non-unions: a systematic review and meta-analysis of healing proportions. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 532, 2021. DOI: 10.1186/s12891-021-04322-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04322-5>. Acesso em: 24 mai. 2025.

LOU, S. *et al.* Effect of low-intensity pulsed ultrasound on distraction osteogenesis: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Orthopaedic Surgery and Research**, [S.l.], v. 13, n. 1, p. 1–9, 2018. Disponível em: <https://josr-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13018-018-0907-x>. Acesso em: 24 mai. 2025.

MURAKAMI, R. *et al.* Can low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS) accelerate bone healing after intramedullary screw fixation for proximal fifth metatarsal stress fractures? A retrospective study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 1–8, 2021. Disponível em: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12891-021-04611-z>. Acesso em: 24 mai. 2025.

PALANISAMY, A. *et al.* Low-intensity pulsed ultrasound for fracture healing: A review of clinical studies and mechanisms. **Journal of Ultrasound in Medicine**, [S.l.], v. 41, n. 1, p. 3–16, 2022. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jum.15738>. Acesso em: 24 mai. 2025.

ROMANO, C. L. *et al.* Low-Intensity Pulsed Ultrasound in the Treatment of Nonunions and Fresh Fractures: A Case Series. **Journal of Clinical Medicine**, [S.l.], v. 2, n. 2, p. 1–12, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2673-866X/2/2/14>. Acesso em: 24 mai. 2025.

SCHÖFER, M. *et al.* Clinical efficacy of low-intensity pulsed ultrasound treatment for delayed union of tibial fractures: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, [S.l.], v. 11, n. 229, p. 1–8, 2010. Disponível em: <https://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2474-11-229>. Acesso em: 24 mai. 2025.

V, R.; VARGHESE, S. S. Effect of low intensity ultrasound on bone regeneration and healing: a systematic review. **RGO – Revista Gaúcha de Odontologia**, Porto Alegre, v. 70, e20220051, 2022. DOI: 10.1590/1981-86372022005120200056. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-86372022005120200056>. Acesso em: 24 mai. 2025.

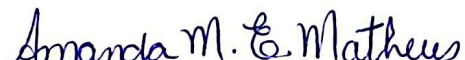
ZURA, R. *et al.* Healing of fracture nonunions treated with low-intensity pulsed ultrasound (LIPUS): A systematic review and meta-analysis. **Injury**, [S.l.], v. 48, n. 7, p. 1339–1347, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28532896/>. Acesso em: 24 mai. 2025.

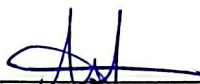
TCC FISIOTERAPIA 2025/2**ANEXO 1: Declaração de Revisão Ortográfica e Gramatical do TCC**

Eu, Amanda Maria Elsner Matheus; RG 9.737.985-8; CPF 066.319.709-03; e-mail amandamaria.elsner@gmail.com; telefone (45) 99111-3685; declaro para os devidos fins, que foi feita a correção ortográfica do artigo intitulado: **“USO DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO EM CONSOLIDAÇÕES ÓSSEAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA”**; de autoria de **Ana Silvia Fontana e Beatriz Yukari Inagaki Fukita**; acadêmicas regularmente matriculadas no curso de Fisioterapia do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

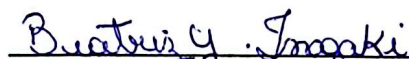
Por ser verdade, firmo o presente documento.

Cascavel, 10 de novembro de 2025.


Amanda Maria Elsner Matheus



Ana Silvia Fontana
14.310.985-2



Beatriz Yukari Inagaki Fukita
13.725.723-8

TCC FISIOTERAPIA 2025/2
ANEXO 2: Declaração de Inexistência de Plágio

TÍTULO DO TRABALHO:

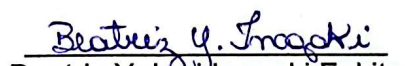
Eu, **Ana Silvia Fontana e Beatriz Yukari Inagaki Fukita**; na qualidade de aluno (a) do curso de Fisioterapia do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, declaro para os devidos fins, que o trabalho de conclusão de curso apresentado em anexo, requisito para obtenção do grau de bacharel em Fisioterapia, encontra-se plenamente em conformidade com os critérios técnicos, acadêmicos e científicos de originalidade. Declaro ainda que, com exceção das citações diretas e indiretas claramente indicadas e referenciadas, este trabalho foi escrito por mim e, portanto, não contém plágio.

Eu estou consciente que a utilização de material de terceiros incluindo o uso de paráfrase sem a devida indicação das fontes será considerada plágio, e está sujeito à processo administrativo do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

Cascavel, 13 de novembro de 2025.


Luiz Orestes Bozza
Fisioterapeuta - CREFITO 27984-1
CPF 855.751.469 - 87
Centro de Reabilitação
Orientador


Ana Silvia Fontana
14.310.985-2

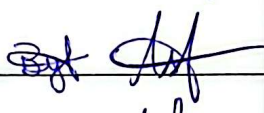
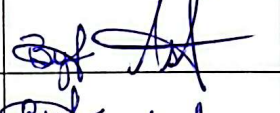

Beatriz Yukari Inagaki Fukita
13.725.723-8

TCC FISIOTERAPIA 2025/2
ANEXO 3: Ficha de Acompanhamento em Orientações

TÍTULO DA PESQUISA: uso do ultrassom terapêutico em consolidações ósseas: uma revisão integrativa

Acadêmico: Ana Sílvia, Beatriz Inagaki

Prof Orientador(a): Luiz Orestes

Data / Horário atendimento	Atividade	Assinaturas	
		Acadêmico	Professor (a) / Orientador (a)
08/08/2025 horário: 19:00	① 1º entrega do TCC		
18/08/2025 horário: 09:00	② Discussão TCC		
25/08/2025 horário: 09:00	③ correções do TCC		
03/09/2025 horário: 09:00	④ entrega da última versão TCC.		
/ / 2025 Horário:	⑤		
/ / 2025 horário:	⑥		
/ / 2025 horário:	⑦		
/ / 2025 horário:	⑧		
/ / 2025 horário:	⑨		
/ / 2025 horário:	⑩		

Cascavel, 13 de Novembro de 2025

Data do protocolo da atividade

Beatriz G. Inagaki


Ass. do Acadêmico

CARTA DE AUTORIZAÇÃO

Eu, Luiz Orestes Bozza, professor(a) orientador(a) do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário FAG, declaro para os devidos fins que autorizo meus orientandos:

- Am. Silvia Fontana
- Beatriz Yukari Fukita Inagaki

a apresentarem o trabalho intitulado:
"uso do ultrassom terapêutico em consolidações ósseas:
uma revisão integrativa"
durante a Semana Acadêmica de Fisioterapia do Centro Universitário FAG 2025, a realizar-se na data de 23 de outubro de 2025, nas dependências desta instituição.

Esta autorização é concedida para fins acadêmicos, científicos e de divulgação dos resultados do referido trabalho, estando em conformidade com as normas da comissão organizadora do evento.

Cascavel, 16 de outubro de 2025.

Luiz Orestes Bozza
Fisioterapeuta – CREFITO 27984-1
CPF 955.751.469 – 87
FAG-Centro de Reabilitação

Prof(a). Orientador(a)
Curso de Fisioterapia – Centro Universitário FAG