

EFICÁCIA E PERCEPÇÃO DO USUÁRIO DE DISPOSITIVOS MIOFASCIAIS IMPRESSOS EM 3D

Franciele Cristina Ferreira Krasnhak¹

Kamilly Rossi Bonatti²

Pamella Sabadini dos Santos³

RESUMO: O avanço da manufatura aditiva (Impressão 3D) tem impulsionado a inovação de dispositivos de reabilitação a baixo custo. A Liberação Miofascial (LM) é uma técnica fisioterapêutica essencial para o manejo da dor e restauração da mobilidade fascial, habitualmente executada com ferramentas metálicas ou convencionais. O objetivo do trabalho foi analisar a eficácia, usabilidade, segurança e o conforto perceptivo de dispositivos de LM impressos em 3D em comparação às ferramentas convencionais. Estudo quantitativo, descritivo e exploratório, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE nº 96643126.40000.0255). As peças foram projetadas no software FreeCAD e manufaturadas em ácido polilático (PLA) por Deposição e Fusão Modelada (FDM). A amostra contou com 33 participantes saudáveis (18 a 60 anos; 69,7% do sexo feminino). Foi aplicado um protocolo padronizado de pressão estática (30 segundos por dispositivo, intensidade 3 a 7 na EVA), seguido de avaliação descritiva via questionário estruturado. Dos voluntários, 100% relataram que as peças em 3D aliviaram a tensão muscular de forma equivalente às metálicas, apresentaram sensação térmica agradável ao contato com a pele e transmitiram total segurança estrutural (sem percepção de risco de quebra ou deformação). A textura superficial do PLA foi considerada confortável por 90,9% da amostra. Os dispositivos de LM produzidos por impressão 3D demonstraram equivalência clínica e ergonômica às ferramentas convencionais, consolidando a manufatura aditiva como uma alternativa viável, segura, acessível e personalizável para a prática fisioterapêutica.

1

Palavras-chave: Liberação Miofascial. Manufatura Aditiva. Tecnologia em Saúde.

ABSTRACT: Advances in additive manufacturing (3D printing) have driven innovation in low-cost rehabilitation devices. Myofascial Release (MFR) is a physical therapy technique essential for pain management and the restoration of fascial mobility, typically performed using metal or conventional tools. This study aimed to analyze the efficacy, usability, safety, and perceived comfort of 3D-printed MFR devices compared to conventional tools. This was a quantitative, descriptive, and exploratory study approved by a Research Ethics Committee (CAAE No. 96643126.40000.0255). The devices were designed using FreeCAD software and manufactured from polylactic acid (PLA) via Fused Deposition Modeling (FDM). The sample consisted of 33 healthy participants (aged 18 to 60; 69.7% female). A standardized static pressure protocol was applied (30 seconds per device, intensity 3 to 7 on the Visual Analog Scale), followed by a descriptive assessment using a structured questionnaire. All volunteers (100%) reported that the 3D-printed devices relieved muscle tension comparably to metal tools, provided a pleasant thermal sensation upon skin contact, and conveyed complete structural safety (with no perceived risk of breakage or deformation). The surface texture of the PLA was deemed comfortable by 90.9% of the sample. The 3D-printed MFR devices demonstrated clinical and ergonomic equivalence to conventional tools, establishing additive manufacturing as a viable, safe, affordable, and customizable alternative for physical therapy practice.

Keywords: Myofascial Release. Health Technology. Additive Manufacturing.

¹Orientadora. Mestre em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência, Docente Centro Universitário Cidade Verde Unicive

²Discente do curso de Fisioterapia Unicive.

³Discente do curso de Fisioterapia Unicive.

I. INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia e o aumento de interesse em abordagens não farmacológicas para a saúde e o bem-estar têm aberto as portas para a inovação em dispositivos de terapia física e reabilitação. Neste contexto, a Liberação Miofascial (LM) se insere como uma técnica fundamental na fisioterapia e no treinamento desportivo, focada na manipulação dos tecidos moles para aliviar a dor e corrigir disfunções neuromusculares causadas pela restrição da fáscia (CHEATHAM et al., 2015). A fáscia, um tecido conjuntivo que envolve músculos, órgãos e outras estruturas, quando disfuncional, pode causar pontos gatilho, dor crônica e limitar o desempenho físico, sendo a LM utilizada para restaurar sua viscoelasticidade e deslizamento (STANDLEY; HARPER, 2018). A LM era executada principalmente por um terapeuta, mas a necessidade de complementar o tratamento e promover a autoaplicação levou ao desenvolvimento de ferramentas como rolos de espuma, bolas e bastões (JASPER; FERREIRA; PINTO, 2020), que aplicam pressão contínua e deslizamento para alongar e liberar as restrições da fáscia.

O referencial da Manufatura Aditiva, mais conhecida como Impressão 3D, adicionou uma nova aba na produção de ferramentas terapêuticas. A tecnologia que permite a criação rápida e precisa de objetos tridimensionais a partir de modelos digitais (CORREIA, 2019), tem demonstrado uma possibilidade transformadora na saúde. Ela tem sido aplicada com sucesso na produção de próteses e órteses personalizadas (MORIMOTO et al., 2021) e de dispositivos de baixo custo para reabilitação (TOBARO et al., 2024), com uma ideologia crescente para a personalização geométrica, a otimização de dispositivos utilizados e o uso de peças humanas produzidas, bem como córneas (BALTERS e REICHL, 2023).

Estudos revelam que as investigações sobre LM têm se concentrado predominantemente na comparação da eficácia entre a LM manual e ferramentas convencionais (rollers e bastões), com resultados que apontam para a efetividade do método na redução da dor (REBÊLO et al., 2021). Porém, a literatura sobre Impressão 3D aplicada por dispositivos de LM ainda está em andamento. Embora existam relatos de projetos que utilizam a Impressão 3D para criar instrumentos de fisioterapia de baixo custo (BARBOSA et al., 2024). A literatura aponta que a utilização de dispositivos para a mobilização de tecidos moles assistida por instrumentos (IASTM) pode reduzir a necessidade de força manual intensa, garantindo a segurança

ergonômica do fisioterapeuta (LOGHMANI; WARDEN, 2009). Contudo, como observado por Seffrin et al. (2019), ainda não se tem uma padronização que avalie o design dessas ferramentas customizadas em relação à precisão da pressão aplicada e ao conforto do terapeuta e do paciente.

O presente projeto fundamenta-se no custo relativamente elevado das ferramentas convencionais de LM e no potencial da Impressão 3D para produzir dispositivos personalizados a um custo reduzido. Essa tecnologia pode ampliar o acesso de profissionais e pacientes a instrumentos terapêuticos, além de permitir o desenvolvimento de designs adaptados às características anatômicas e às necessidades de uso.

Diante deste contexto, formula-se a seguinte questão de pesquisa: as peças de liberação miofascial impressas em 3D apresentam desempenho equivalente ao dos dispositivos convencionais quanto à usabilidade, ao custo, ao conforto percebido e à eficácia na aplicação da pressão? Dessa forma a realização deste estudo, justifica-se por sua relevância clínica e tecnológica, especialmente diante da possibilidade de desenvolver ferramentas terapêuticas acessíveis, seguras e adaptadas à anatomia dos usuários. Parte-se da hipótese de que o design otimizado por meio da impressão 3D pode proporcionar uma experiência de uso segura e confortável, favorecer a adesão à LM e contribuir para a criação de referenciais aplicáveis à fabricação de dispositivos de fisioterapia de baixo custo e alta especificidade. Assim, este estudo tem como objetivo analisar a eficácia de peças de liberação miofascial impressas em 3D, comparando-as aos dispositivos convencionais quanto à usabilidade e ao conforto percebido.

3

2. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem quantitativa, descritiva e exploratória, dividida em três fases principais: I) Desenvolvimento e Prototipagem das Peças; II) Coleta de Dados e Aplicação das Intervenções; e III) Análise de Dados. A pesquisa foi conduzida em conformidade com as diretrizes éticas aplicáveis às pesquisas envolvendo seres humanos, especialmente a Resolução CNS nº 466/2012. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Cidade Verde (Unicive) e Plataforma Brasil sob o CAAE nº 96643126.40000.0255. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da coleta de dados. A coleta, o armazenamento e o tratamento das informações observaram os princípios de confidencialidade, segurança, finalidade e necessidade previstos na

Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais — LGPD (Lei nº 13.709/2018), com preservação da identidade dos participantes.

Fase I: Desenvolvimento e Prototipagem das Peças de Liberação Miofascial

Em um primeiro momento foi realizada uma análise comparativa das peças disponíveis, visando a seleção daquelas com o menor tempo de ciclo de produção. Posteriormente, o design foi concebido utilizando software de modelagem tridimensional gratuito (FreeCAD). O projeto foi otimizado para garantir a aplicação de pressão precisa e controlada, buscando o máximo contato e conforto em áreas anatômicas específicas, visando simular a funcionalidade das peças existentes no mercado, mas a partir de materiais e processos aprimorados. Fabricação Aditiva: Os protótipos foram fabricados utilizando a tecnologia de Fusão e Deposição Modelada (FDM) em uma impressora 3D, com filamentos de ácido polilático (PLA).

Fase II: Coleta de Dados e Intervenção

A coleta de dados foi realizada no laboratório NAC/Unicive com uma amostra composta por 33 indivíduos saudáveis, fisicamente ativos, de ambos os sexos e com idade entre 18 e 60 anos, características definidas como critérios de inclusão. Foram excluídos indivíduos com lesões musculoesqueléticas agudas ou crônicas na região de aplicação, aqueles que não assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e os que apresentavam qualquer outra patologia ou condição impeditiva para a participação na pesquisa.

Protocolo de Intervenção: O protocolo de Liberação Miofascial foi padronizado para aplicação de 30 segundos de pressão estática no ponto alvo, em uma única sessão por ser um estudo focado em seu efeito agudo. A intensidade da pressão foi orientada a ser mantida em uma média de 3 a 7 na Escala Visual Analógica (EVA) no qual é considerado uma dor moderada, caracterizada como um desconforto presente, porém ainda tolerável.(HEINEN et al., 2016). Durante a aplicação, a pressão era aumentada de maneira gradual, iniciando de forma leve e progredindo conforme a resposta do tecido e a tolerância do paciente, com o objetivo de promover o alongamento progressivo e alcançar as camadas do tecido conjuntivo (fáscia), sendo realizada 30 segundos com a peça tradicional e 30 segundos com a peça impressa em 3D.

Variáveis e Instrumentos de Coleta: Os dados apresentados foram obtidos pós-intervenção com as seguintes variáveis: I) Conforto e Usabilidade (Percepção Subjetiva): Avaliação pós-intervenção do conforto e da facilidade de uso da ferramenta, por meio de uma Escala Visual Analógica (EVA) (em anexo) de conforto (0 = muito desconfortável a 10 = muito confortável) (colocar em anexo) e um questionário estruturado com dados pessoais e com 4 questões apresentadas a seguir:

- 1- Em comparação com as ferramentas convencionais de metal, você sentiu que as impressas em 3D aliviaram a tensão muscular da mesma forma?
- 2- A textura superficial do material (PLA) causou algum tipo de desconforto (escorregar, arranhar ou atritar demais) em comparação com o material convencional?
- 3- Em algum momento você teve a sensação de que a peça impressa em 3D poderia quebrar, trincar ou deformar sob o peso do seu corpo/pressão manual?
- 4- Como você avalia a sensação térmica do material em contato direto com a sua pele?

Fase III: Processamento e análise descritiva dos dados:

As respostas obtidas por meio dos questionários foram exportadas da plataforma Google Forms, revisadas e organizadas em planilha eletrônica. Posteriormente, os dados foram agrupados de acordo com as variáveis investigadas e analisados por meio de estatística descritiva, com apresentação de frequências absolutas, frequências relativas e representações gráficas. A utilização da análise descritiva e gráfica foi considerada adequada em razão da natureza exploratória do estudo e do fato de os dados serem provenientes exclusivamente das respostas dos participantes aos questionários. Os gráficos foram empregados para sintetizar a distribuição das respostas e facilitar a comparação da percepção dos participantes sobre as ferramentas de liberação miofascial tradicional e impressa em 3D.

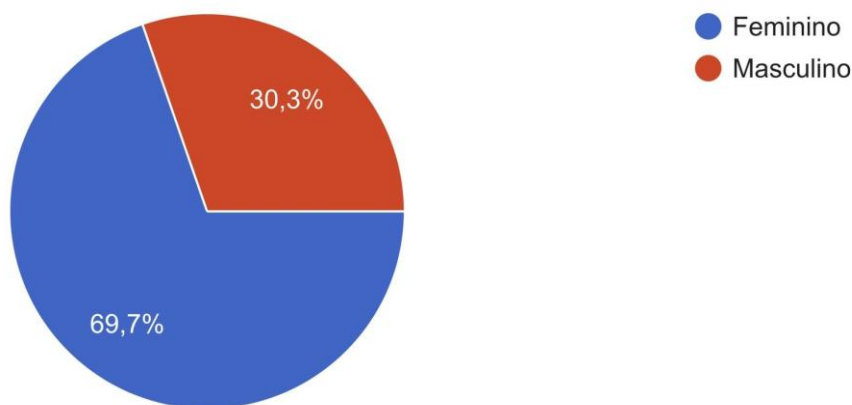
5

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados obtidos por meio dos questionários estruturados, aplicados na plataforma Google Forms, contemplou o perfil sociodemográfico dos participantes e a avaliação comparativa das ferramentas de liberação miofascial (LM) impressas em 3D, confeccionadas em filamento de ácido polilático (PLA), decorrente de sua biocompatibilidade, facilidade de impressão, resistência e a sua igualdade confirmada no estudo de Rocha et al., 2025 quando comparada com o poliuretano termoplástico (TPU), em relação às ferramentas metálicas

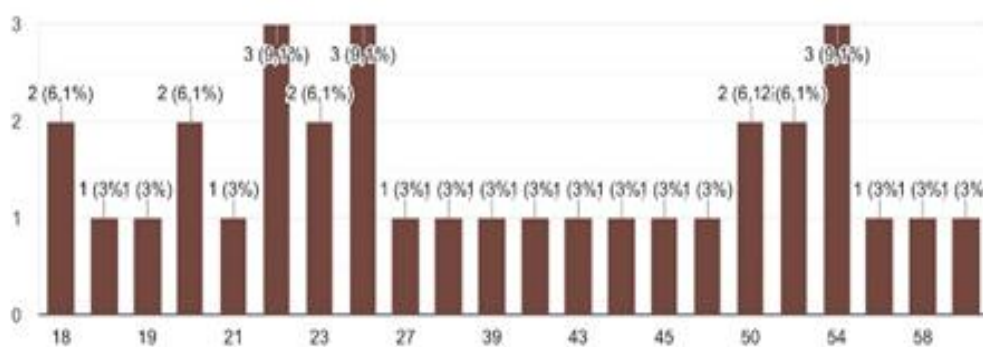
convencionais. Foram considerados os seguintes aspectos: usabilidade, conforto tátil, sensação térmica, percepção dos participantes e segurança estrutural.

Gráfico 1 - Distribuição dos participantes segundo o sexo.



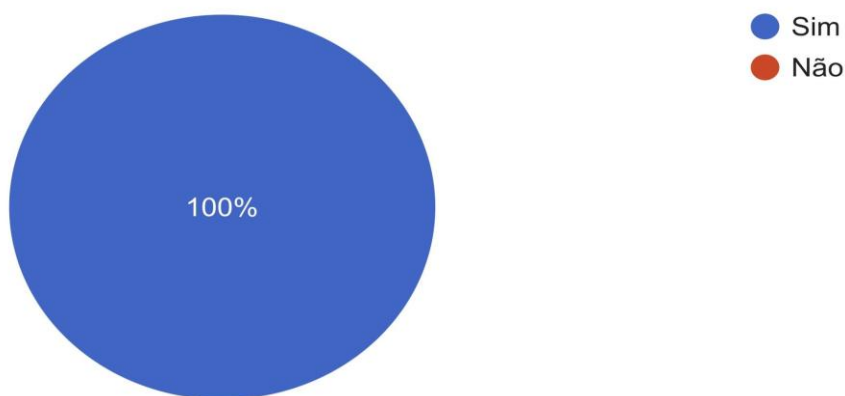
Quanto ao perfil sociodemográfico, verificou-se predominância de participantes do sexo feminino, que corresponderam a 69,7% da amostra, enquanto os participantes do sexo masculino representaram 30,3% (Gráfico 1).

Gráfico 2 - Distribuição dos participantes segundo a faixa etária.



A faixa etária abrangeu indivíduos entre 18 e 56 anos, com distribuição concentrada principalmente entre adultos jovens e de meia-idade, com destaques nas idades de 23, 27 e 54 anos (Gráfico 2).

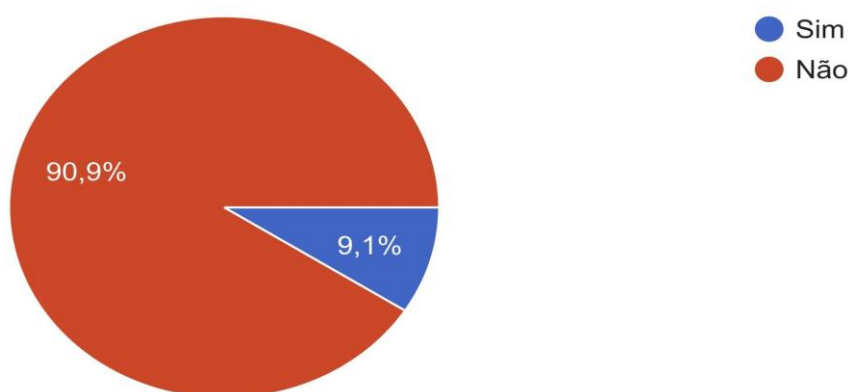
Gráfico 3 - Resposta à pergunta: Em comparação com as ferramentas convencionais de metal, você sentiu que as impressas em 3D aliviaram a tensão muscular da mesma forma?



Quando questionados se "Em comparação com as ferramentas convencionais de metal, você sentiu que as peças impressas em 3D aliviaram a tensão muscular da mesma forma?", 100% dos participantes responderam: Sim (Gráfico 3). Esse resultado demonstra a equivalência clínica perceptiva das peças produzidas por manufatura aditiva frente aos instrumentos metálicos consolidados no mercado. A comparação com esse tipo de material evidencia uma lacuna no meio de produção atual, confirmada pela escassez de estudos científicos sobre o tema.

7

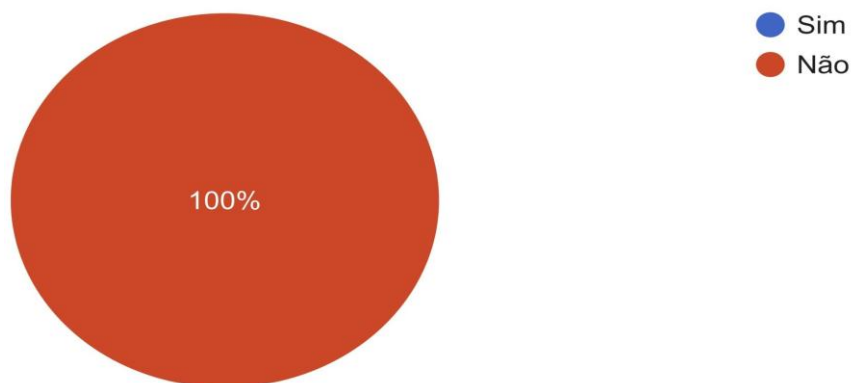
Gráfico 4 - Resposta a pergunta: A textura superficial do material (PLA) causou algum tipo de desconforto (escorregar, arranhar ou atritar demais) em comparação com o material convencional?



Em relação à pergunta "A textura superficial do material (PLA) causou algum tipo de desconforto (escorregar, arranhar ou atritar demais) em comparação com o material convencional?", 90,9% dos entrevistados responderam: Não e apenas 9,1% indicaram percepção

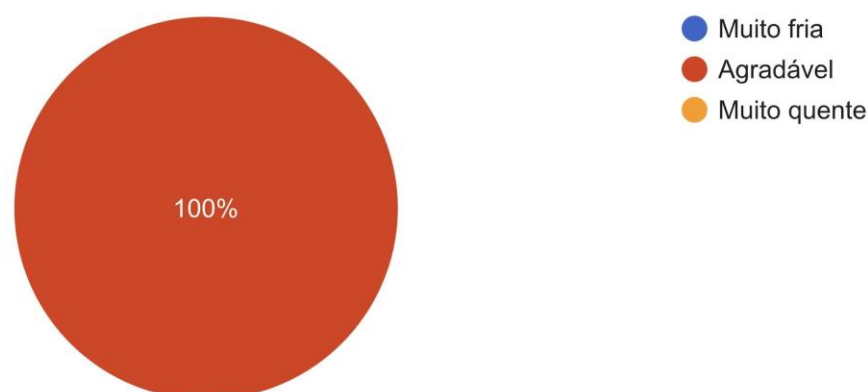
de atrito (Gráfico 4). Isso reflete uma boa aceitação de acabamento superficial e biocompatibilidade do PLA para uso em terapia manual. No entanto, espera-se em estudos futuros um melhor aperfeiçoamento da peça.

Gráfico 5: Resposta à pergunta: Em algum momento você teve a sensação de que a peça impressa em 3D poderia quebrar, trincar ou deformar sob o peso do seu corpo/pressão manual?



Pergunta-se: "Em algum momento você teve a sensação de que a peça impressa em 3D poderia quebrar, trincar ou deformar sob o peso do seu corpo/pressão manual?". 100% dos participantes responderam: Não (Gráfico 5). O resultado evidencia a resistência mecânica do protótipo em PLA, transmitindo total segurança ao paciente durante a aplicação de forças moderadas a intensas, o que está associado à mesma técnica utilizada em materiais convencionais, tornando-se tão eficaz quanto o produto aqui apresentado (ABOELELLA; EBEID; SAYED, 2025).

Gráfico 6 - Resposta a pergunta: Como você avalia a sensação térmica do material em contato direto com a sua pele?



A avaliação da sensação térmica do material em contato direto com a pele revelou que 100% dos usuários classificaram a sensação como agradável (Gráfico 6). Diferente das

ferramentas metálicas, que tendem a ser frias no primeiro contato, sendo confirmado em Rodriguez et al., 2023 onde discorre sobre a alta condutividade da peça em alumínio e a menor condutividade térmica em PLA e TPU, resultando em maior conforto imediato para o paciente.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo comprovam de maneira categórica a equivalência clínica, ergonômica e de usabilidade entre os dispositivos de Liberação Miofascial (LM) impressos em 3D e as ferramentas convencionais metálicas.

A unanimidade de aprovação (100%) nos critérios de alívio da tensão muscular, adaptação à anatomia corporal, sensação térmica agradável e percepção de segurança mecânica sem risco de fratura ou deformação válida é a hipótese inicial da pesquisa. O design otimizado em software tridimensional (FreeCAD) mostrou-se plenamente capaz de simular e até superar aspectos de conforto em relação aos instrumentos metálicos tradicionais.

Além disso, a textura do filamento PLA alcançou mais de 90% de satisfação, demonstrando que a tecnologia FDM oferece acabamento superficial seguro e confortável, no entanto seu design pode ser melhorado em estudos futuros.

Conclui-se que a tecnologia de Impressão 3D representa uma alternativa viável, sustentável e de alta eficácia para a área de fisioterapia e reabilitação musculoesquelética. A possibilidade de personalização geométrica aliada à democratização do acesso a ferramentas terapêuticas posiciona a manufatura aditiva como uma inovação promissora na prática clínica baseada em evidências. Dessa forma é possível verificar a hipótese de equivalência das peças impressas em 3D em relação aos dispositivos convencionais, comprovando sua eficácia clínica e potencializando a transferência tecnológica para a área de reabilitação.

REFERÊNCIAS

- ABOELELLA, Menna G.; EBEID, Samy J.; SAYED, Moustafa M. Layer combination of similar infill patterns on the tensile and compression behavior of 3D printed PLA. *Scientific Reports*, v. 15, n. 1, art. 11759, 2025.
- BALTERS, L.; REICHL, S. 3D bioprinting of corneal models: A review of the current state and future outlook. *Journal of Tissue Engineering*, v. 14, p. 1-21, 2023.

BARBOSA, C. V. L.; DAMASCENO, F. A.; BARBOSA, M. A. G. Instrumentos 3D criados na UFLA são doados para atendimentos de fisioterapia na Vila São Vicente de Paulo do município de Lavras. Lavras: UFLA, 2024.

CHEATHAM, S. W. et al. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, v. 10, n. 6, p. 827–838, 2015.

CORREIA, C. Impressão 3D: inovação e relação entre as áreas da Medicina e do Design de Moda. *Dobras: Revista de Estudos Interdisciplinares*, v. 39, p. 144, 2019.

HEINEN, A. C. et al. Avaliação da dor como quinto sinal vital: uma escolha profissional de intervenção fisioterapêutica. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, Salvador, 2016.

JASPER, V. M.; FERREIRA, L. O. F.; PINTO, R. D. S. Efeitos da autoliberação miofascial na flexibilidade em indivíduos praticantes de treinamento resistido: revisão sistemática. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 14, n. 94, p. 770-779, 2020.

LOGHMANI, M. T.; WARDEN, S. J. Instrument-assisted soft tissue mobilization: a commentary on its history, principles, and clinical efficacy. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2009.

MORIMOTO, S. Y. U. et al. Órteses e próteses de membro superior impressas em 3D: uma revisão integrativa. *Cadernos Brasileiros de Terapia Ocupacional*, v. 29, 2021.

REBÊLO, T. M. C. et al. Os benefícios da técnica de liberação miofascial no tratamento da dor lombar crônica: um estudo de revisão. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 15, 2021.

ROCHA, Tathiane Nayara de Oliveira et al. Validação de dispositivo auxiliar para a mão do terapeuta na realização de técnicas de liberação miofascial. *Contribuciones a Las Ciencias Sociales*, São José dos Pinhais, v. 18, n. 5, p. 1-15, 2025.

RODRIGUEZ, Antonio; FUERTES, Juan Pablo; OVAL, Añaterve; PEREZ-ARTIEDA, Gurutze. Experimental measurement of the thermal conductivity of fused deposition modeling materials with a DTC-25 conductivity meter. *Materials*, Basel, v. 16, n. 23, p. 7384, 2023.

SANTOS, J. A.; MIRANDA, A. J. S. Efeito da liberação miofascial manual e instrumental sobre a dor musculoesqueléticas em atletas. *TCC (Fisioterapia) – Universidade Federal de Uberlândia*, 2024.

SEFFRIN, C. B. et al. Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Athletic Training*, 2019.

STANDLEY, R. A.; HARPER, S. J. Terapia manual e liberação miofascial para dor musculoesquelética: evidências atuais. Porto Alegre: Artmed, 2018

TOBARO, E. T. et al. A impressão 3D no desenvolvimento de dispositivos assistivos para pessoas idosas. *Estudos Interdisciplinares Sobre O Envelhecimento*, v. 29, n. 1, 2024.