

Inovação tecnológica em fotobiomodulação a laser e vacuoterapia para lombalgia: um estudo piloto

Technological innovation in laser photobiomodulation and vacuotherapy for low back pain: a pilot study

Breno Grillo Gomes¹, Diene Carla de Souza¹, Luiz Henrique Cruz², Dandara Corrêa Silva², Cristiano Baltazar de Oliveira³, Fernanda Rossi Paolillo^{1,3}

¹ Curso de Educação Física, Departamento de Corpo e Movimento Humano (DCMH), Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Passos, MG, Brasil; ² Curso de Biomedicina, Departamento de Ciências Biomédicas e Saúde (DCBS), UEMG – Passos, MG, Brasil; ³ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação (PPGCR), Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) – Alfenas, MG, Brasil.

Gomes, B. G.
breno.2138444@discente.uemg.br
<https://orcid.org/0009-0008-5231-9896>

Souza, D. C. de
diene.2148978@discente.uemg.br
<https://orcid.org/0009-0007-6748-4758>

Cruz, L. H.
luiz.2150711@discente.uemg.br
<https://orcid.org/0009-0007-6377-2357>

Silva, D. C.
dandara.2139781@discente.uemg.br
<https://orcid.org/0009-0002-7202-0441>

Oliveira, C. B. de
cristiano.oliveira@sou.unifal-mg.edu.br
<https://orcid.org/0009-0005-9643-6654>

Paolillo, F. R.*
fernanda.paolillo@uemg.br
<https://orcid.org/0000-0002-1700-3852>

* Autora correspondente:
Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade de Passos, Rua Colorado, 700. Passos/MG. CEP.: 37902-092. Telefone: +55 (35) 3529-6040.

Resumo: Aproximadamente 80% da população mundial sofre ou sofrerá de dores nas costas. O objetivo do estudo consistiu em investigar os efeitos agudos e crônicos de um equipamento inovador que combinada fotobiomodulação (FBM) a laser e vacuoterapia em indivíduos com dor lombar. Os voluntários foram divididos em Grupo Tratado (FBM a laser + vacuoterapia) e Grupo Placebo (laser desligado). Para avaliar os efeitos agudos (1ª sessão) e crônicos (7 sessões), foram realizadas avaliações pré e pós-tratamento, incluindo algometria para limiar de dor, dinamometria para força isométrica do tronco (flexão/extensão), goniometria para amplitude de movimento lombar (flexão/extensão) e teste de flexibilidade dedo-chão. Não foi constatado efeito placebo. Efeitos agudos e crônicos foram constatados apenas no Grupo Tratado. Os efeitos agudos foram o aumento do limiar de dor e da flexibilidade lombar. Enquanto os efeitos crônicos foram o maior limiar de dor, maior força isométrica do tronco durante a flexão e extensão e maior flexibilidade lombar. Não foram observadas diferenças significativas nas medidas angulares de flexão e extensão da coluna lombar para nenhum grupo. Os efeitos terapêuticos constatados no atual estudo, possivelmente, estão relacionados à liberação miofascial, aumento do fluxo sanguíneo, analgesia e ação anti-inflamatória. Conclui-se, que desde a primeira sessão, a FBM a laser aplicada simultaneamente com a vacuoterapia mostrou alívio da dor e maior mobilidade da coluna lombar. Ainda, após completar as 7 sessões de terapia combinada houve a redução da dor e o aumento da força e da flexibilidade.

Palavras-chave: Dor, Lombar, Fotobiomodulação, Vacuoterapia.

Abstract: Approximately 80% of the global population experiences or will experience back pain. This study aimed to investigate the acute and chronic effects of the combined application of laser photobiomodulation (PBM) and vacuotherapy in individuals with low back pain. Participants were divided into a Treated Group (laser PBM + vacuum therapy) and a Placebo Group (laser off). To evaluate acute (1st session) and chronic (7 sessions) effects, pre- and post-treatment assessments were performed. These included algometry for pain threshold, dynamometry for isometric trunk strength, goniometry for lumbar range of motion (flexion/extension), and the finger-to-floor flexibility test. There was no placebo effect observed. Acute and chronic effects were observed only in the Treated Group. The acute effects were increased pain thresholds and lumbar flexibility. The chronic effects were higher pain thresholds, greater isometric trunk strength during flexion and extension, and greater lumbar flexibility. No significant differences were observed in angular measurements of lumbar spine flexion and extension. In the current study, the therapeutic effects may be related to myofascial release, increased blood flow, analgesia, and anti-inflammatory action. Therefore, the first session of laser PBM applied simultaneously with vacuum therapy showed pain relief and greater mobility of the lumbar spine. Moreover, after completing seven sessions of combined therapy, there was a reduction in pain and improvements in strength and flexibility.

Keywords: Pain, Lumbar, Photobiomodulation, Vacuum Therapy.

INTRODUÇÃO

Aproximadamente 80% da população mundial no curso de sua vida sofrerá com dores nas costas, o que afeta a prática de exercícios físicos e a realização de atividades do dia-a-dia, de trabalho e de lazer (GBD, 2020; Jawad et al., 2024; SBED, 2021; WHO, 2023; Wu et al., 2021).

Diante deste contexto, a educação para dor com orientações de postura, prática de exercícios e adição de hábitos saudáveis, bem como o uso de agentes físicos inovadores, não farmacológicos e não invasivos, como a fotobiomodulação (PBM) a laser e a vacuoterapia, são importantes recursos que convergem para o tratamento da dor (Andrade & Cortez, 2024; George et al., 2021; Ma et al., 2024).

Laser é uma abreviação das palavras em inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que traduzido significa, Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação (Bavaresco & Lucena, 2022). Segundo Sassim et al. (2020) e De Bortoli et al. (2016), os tecidos corporais absorvem a luz, provocando ativação celular e consequentemente, desenvolvendo efeitos terapêuticos. Zohuri e Zand (2025) e Batista et al. (2023) discutem que as luzes vermelha e infravermelha demonstram uma melhor eficiência quanto à penetrabilidade no corpo, acelerando a recuperação de lesões e promovendo a modulação do processo inflamatório e da dor. Ainda, estudos (Sassim et al., 2020; Zohuri & Zand, 2025) ressaltam que a luz infravermelha apresenta maior penetração comparada à vermelha.

Recentemente, técnicas inovadoras de terapia combinada vêm sendo utilizadas para o tratamento da dor, entre elas a FBM a laser combinado com a vacuoterapia (Paolillo & Paolillo, 2023). A vacuoterapia consiste em aplicar a ventosa com sistema a vácuo para gerar pressão negativa, promovendo maior fluxo sanguíneo na região alvo, o que gera o aumento do metabolismo local e vários efeitos benéficos para saúde, entre eles o efeito analgésico e o aumento da amplitude de movimento (Lopes et al., 2019; Panhoca et al., 2021). O aumento do fluxo sanguíneo e a alteração metabólica decorrentes da pressão negativa são importantes para interação com a luz. A FBM é o gatilho para melhorar o metabolismo celular e responde com eficácia quando o tecido biológico está alterado, favorecendo o retorno da homeostasia tecidual e

potencializando os efeitos terapêuticos, principalmente, na redução da dor (Paolillo & Paolillo, 2023).

Dado a importância do tema, o objetivo deste estudo consiste em investigar os efeitos agudos e crônicos da aplicação simultânea da FBM a laser e da vacuoterapia em pessoas com dores na coluna lombar. Os objetivos específicos consistem em investigar o limiar de dor por pressão, a força isométrica, a amplitude de movimento (ADM) e a flexibilidade da coluna lombar. A hipótese foi que o tratamento proposto reduz a dor, aumenta a força, a ADM e a flexibilidade da coluna lombar.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia em Biomecânica e Biofotônica (LaBioTec) da Universidade Estado de Minas Gerais (UEMG). A pesquisa foi registrada no ClinicalTrials.gov (NCT06245863).

Após a aprovação pelo comitê de ética em Pesquisas com Seres Humanos da UEMG, Unidade Acadêmica de Passos (Parecer n.º 5.701.468), os voluntários foram informados sobre os objetivos e procedimentos metodológicos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Foi realizado um estudo piloto longitudinal que foi randomizado em bloco através de programa de computador (<https://www.randomizer.org/>). Houve sigilo na alocação e o estudo foi cego apenas para os participantes.

Para inclusão, os critérios adotados foram voluntários caucasianos do sexo feminino e masculino, com idade entre 25 e 85 anos com queixas de dor na coluna lombar.

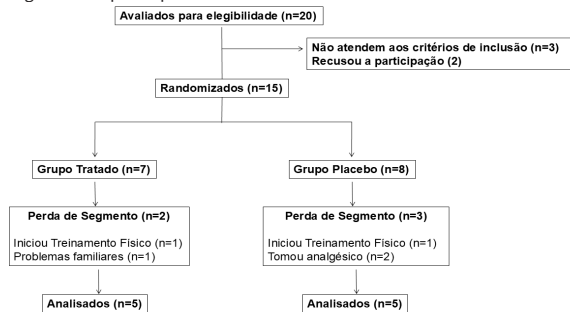
Para exclusão, os critérios adotados foram voluntários que apresentaram doenças psiquiátricas, cardiopatias, câncer, doenças metabólicas e neurológicas, gestação, bem como os que realizaram cirurgia em tempo menor que dois anos, infiltração nos últimos 6 meses e os que tomaram analgésicos e anti-inflamatórios nas últimas quatro semanas, além daqueles que estavam realizando fisioterapia, terapia ocupacional, treinamento de força (musculação), Pilates ou qualquer outro treinamento esportivo.

Vinte voluntários com lombalgias foram selecionados. Entretanto, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão,

15 pacientes foram separados aleatoriamente em 2 grupos: (1) Grupo Tratado (FBM a laser + vacuoterapia) e; (2) Grupo Placebo (laser desligado). Com a perda amostral durante o estudo, 5 pacientes em cada grupo completaram todas as sessões de tratamento e foram avaliados. O fluxograma dos participantes do estudo pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1

Fluxograma dos participantes do estudo



Para o Grupo Tratado, foi utilizado o equipamento Vacumlaser® (MMOptics, São Carlos, SP) que é fruto de inovação tecnológica em projeto Universidade-Empresa com validação do protótipo (Lopes et al., 2019; Panhoca et al., 2021; Tamae et al., 2020) até se tornar produto. Então, esta tecnologia precisa ser amplamente investigada. Este equipamento inclui 3 lasers vermelhos (660 nm) e 3 lasers infravermelhos (808nm) com potência de 100 mW cada, dispostos ao redor de uma câmera de vácuo para gerar pressão negativa (vacuoterapia) entre 0 a -500 mbar. O protocolo de tratamento consistiu em utilizar os lasers vermelhos (660 nm) e infravermelhos (808 nm) no modo contínuo, e a vacuoterapia no modo pulsado MP9 (50 pulsações por minutos) com pressão de -150 a -350 mbar de acordo com a sensibilidade de cada um para não gerar desconforto e não deixar hematoma. O diâmetro da ventosa foi de 60 mm. O tratamento consistiu em 1 minuto por ponto no modo estacionário na região da coluna lombar, torácica e cervical totalizando 10 minutos bem como em varredura seguindo as linhas pontilhadas por 5 minutos em cada lado da coluna (Figura 2A), totalizando mais 10 minutos. O tempo total de tratamento foi de 20 minutos. Foram realizadas 7 sessões, uma vez por semana. Os parâmetros de pressão e irradiação são detalhados na Tabela 1.

Para o Grupo Placebo, foi utilizado o Laser Recover® (MMOptics, São Carlos, SP) no modo off (desligado) em 30 pontos, espaçando 3 cm por ponto na região lombar e 6 cm

por ponto nas regiões torácica e cervical sobre o músculo paravertebral no modo contato, durante 40 segundos por ponto (Figura 2B), totalizando 20 minutos. Foram realizadas 7 sessões, uma vez por semana.

Tabela 1

Parâmetros da pressão negativa a vácuo e da fotobiomodulação a laser

PARÂMETROS	VALORES (UNIDADE)
Tratamento	
Local de tratamento	Costas (parte posterior do tronco)
Número de pontos e regiões tratadas	10 pontos (sendo 4 na lombar e 6 da torácica até o início da cervical) e 2 regiões no modo varredura (lado esquerdo e direito da coluna)
Tempo de tratamento por ponto, em varredura e total	1 min por ponto, 5 min em varredura por região e 20 min de tratamento total
Frequência das sessões	1 vez por semana
Número de sessões	7
Vácuo	
Pressão Negativa	-150 a -350 mbar ajustável de acordo com cada voluntário
Modo de operação	Pulsado
Modo de Aplicação	Pontual e varredura
Frequência de pulsação	50 pulsações por min
Diâmetro da ventosa	60 mm
Laser	
Comprimento de onda	660 nm e 808 nm
Número de laser de diodo	6 (3 x cada comprimento de onda)
Área do ponto do feixe por laser no alvo	4.7 cm ²
Potência média de cada laser	100 mW
Modo de operação	Contínuo
Modo de aplicação	Não contato, pontual e varredura
Tempo de irradiação por ponto	60 s ou 1 min
Tempo de irradiação no modo varredura por região	300 s ou 5 min
Tempo total de irradiação	1200 s ou 20 min
Irradiância por laser	21.3 mW/cm ²
Energia por laser no modo pontual (por ponto) e no modo varredura (por região)	6 J e 30 J
Fluência por laser no modo pontual (por ponto) e no modo varredura (por região)	1.27 J/cm ² e 6.38 J/cm ²
Energia total do cluster (6 lasers) no modo pontual (por ponto) e no modo varredura (por região)	36 J e 180 J
Energia total do cluster nos 10 pontos e nas 2 regiões da varredura	360 J e 360 J
Energia total (por sessão)	720 J

Os procedimentos clínicos podem ser visualizados na Figura 3. A região posterior da coluna foi tratada, não somente a lombar, devido aos trilhos anatômicos, também

conhecidos como cadeias musculares (conjunto de músculos unidos de modo direto, por exemplo, pela fáscia, e/ou indiretamente, por exemplo, pela estrutura óssea), que transmitem força, promovem movimento e alterações posturais (Myers, 2010). Em relação à biossegurança dos pacientes e do discente, todos utilizaram óculos de proteção em todas as sessões de tratamento. Isto é fundamental, pois na presença do laser, os óculos protegem os olhos de possíveis danos oculares. Durante o tratamento placebo, os óculos também foram utilizados para mimetizar o máximo possível um real tratamento.

Figura 2

Protocolos de tratamento. Grupo tratado com vacuoterapia aplicada simultaneamente com fotobiomodulação (A) e Grupo placebo com laser desligado (B). Círculos representam os locais de aplicação no modo pontual e tracejados representam os locais de aplicação no modo varredura

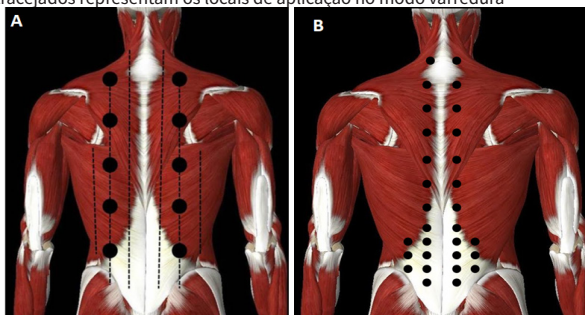


Figura 3

Procedimento clínico. Grupo tratado com vacuoterapia aplicada simultaneamente com fotobiomodulação (A) e Grupo placebo com laser desligado (B)



Para registro das características clínicas dos voluntários foram realizadas anamnese, avaliações antropométricas de massa e altura corporal com o uso de balança e estadiômetro para calcular o Índice de Massa Corporal [IMC = massa corporal (em kg) dividida pela altura (em m) ao quadrado], além da avaliação da composição corporal através de medidas de percentual de gordura e hidratação através da bioimpedância bipolar de membro superior (Park et al., 2022). Para investigar os efeitos agudos (primeira sessão) e crônicos (7 sessões) da aplicação simultânea da FBM a laser com a vacuoterapia foram realizadas no período pré e pós-tratamento as seguintes avaliações biomecânicas e cinesiológicas:

- o limiar de dor por pressão foi realizado com o uso do algômetro (HOMIS, São Paulo, Brasil). O equipamento foi posicionado a 3 cm para o lado direito das vértebras L1, L2, L3, L4 e L5 e a 6 cm para o lado direito das vértebras L2 e L3, totalizando 7 pontos do lado direito, posteriormente, foi posicionado a 3 cm para o lado esquerdo das vértebras L1, L2, L3, L4 e L5 e a 6 cm das vértebras L2 e L3, totalizando 7 pontos do lado esquerdo. Os valores foram expressos em Newton (N) e, após todos os registros, os dados foram somados;
- a força isométrica dos extensores e flexores do tronco foi realizada com o uso do dinamômetro portátil manual (HOMIS, São Paulo, Brasil). Para medir a força dos flexores do tronco, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal (barriga para cima) com os joelhos levemente flexionados, braços cruzados sobre o corpo e cabeça na linha média, a base do dinamômetro foi colocada no meio do esterno e o voluntário foi instruído a exercer força isométrica, levantando ambas as escápulas da maca. Para medir a força dos extensores do tronco, o paciente foi posicionado na posição prona (barriga para baixo), braços ao lado do corpo e cabeça na linha média. A base do dinamômetro foi colocada sobre a vértebra T4 (mais ou menos 12 cm da linha do pescoço) e o paciente foi instruído a gerar uma força isométrica contra o equipamento, levantando o tórax da maca. Os valores foram expressos em Newton (N);
- a ADM da coluna lombar foi registrada em valores angulares através do uso de goniômetro universal (CARCI®, São Paulo, SP, Brasil) devidamente posicionado para análise da flexão e extensão;
- a flexibilidade da coluna com os voluntários em pé, joelhos completamente estendidos e, o voluntário foi orientado a realizar a flexão do tronco em direção ao chão com a cabeça, braços e dedos relaxados. Posteriormente, foi realizada a medida entre a distância do terceiro dedo até o solo com fita métrica.

O desfecho primário consistiu na análise da dor, enquanto o desfecho secundário compreendeu a análise da força isométrica, ADM e flexibilidade. O período total de segmento foi de 7 semanas.

Todos os pacientes receberam uma cartilha de educação para dor com orientações sobre dor crônica, postura e exercícios.

Em relação ao tamanho amostral e análise estatística dos dados, o tamanho do efeito para o limiar de dor por pressão (desfecho primário) na fase aguda foi definido como a média da diferença entre o início e final da terapia nos grupos, utilizando um teste t bicaudal. A análise do tamanho do efeito demonstrou um poder de 80% ($d = 1,95$ e $\alpha = 0,05$). Assim, cálculos de poder (software estatístico G* Power 3) (Faul et al., 2007) sugeriram que o tamanho da amostra de 5 voluntários por grupo foi suficiente para detectar mudanças como resultado da intervenção.

Os resultados foram expressos em média e desvio padrão. Para verificar a distribuição dos dados em Normal (Gaussiana) ou não-Normal foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Como os dados foram não paramétricos, para comparar as diferenças entre os grupos foi utilizado o teste de Mann Whitney e para comparar amostras pareadas (pré e pós-tratamento) foi utilizado o teste de Wilcoxon. O software Statistica for Windows Release 7 (Statsoft Inc., Tulsa, Ok, USA) foi utilizado para análise estatística dos dados e o nível de significância considerado foi de 5% ($p < 0,05$).

RESULTADOS

A Tabela 2 mostra as características clínicas dos pacientes com dor lombar. Não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos. No Grupo Tratado, 3 voluntários

eram do sexo feminino (60%) e 2 do sexo masculino (40%). No grupo Placebo, 2 voluntários eram do sexo feminino (40%) e 3 do sexo masculino (60%).

Tabela 2
Características clínicas

	Grupo Tratado	Grupo Placebo
Características Clínicas		
Idade (anos)	55±28	60±24
Massa Corporal (kg)	83±9	84±6
Altura Corporal (m)	1.64±0.11	1.65±0.08
Índice de Massa Corporal (IMC)	30.5±2	30.3±4
Percentual de Gordura (%)	41±8	40±11
Percentual de Hidratação (%)	40±12	42±13

Não foram constatadas diferenças significativas entre os grupos ($p \geq 0,05$, teste de Mann Whitney).

Os resultados dos efeitos agudos e crônicos dos tratamentos estão listados na Tabela 3. Foi constatado, no grupo tratado, um aumento significativo do limiar de dor por pressão na região lombar no período pós- imediato e pós-7 sessões comparado ao período pré-tratamento (Figura 4A). Também foi constatado um aumento significativo na força isométrica tanto para flexão (Figura 4B) como para extensão (Figura 4C) apenas no período pós-7 sessões comparado ao período pré-tratamento. Embora não houve diferença significativa na goniometria para nenhum grupo, foi constatado, no grupo tratado, diferença significativa para a flexibilidade, com redução da distância entre o dedo e o chão (Figura 4D), tanto no período pós- imediato quanto pós-7 sessões comparado ao pré-tratamento. Não houve efeito placebo, embora os pacientes acreditassem que estavam sendo tratados.

Tabela 3
Efeitos agudos e crônicos da aplicação simultânea da FBM a laser e da vacuoterapia na região lombar

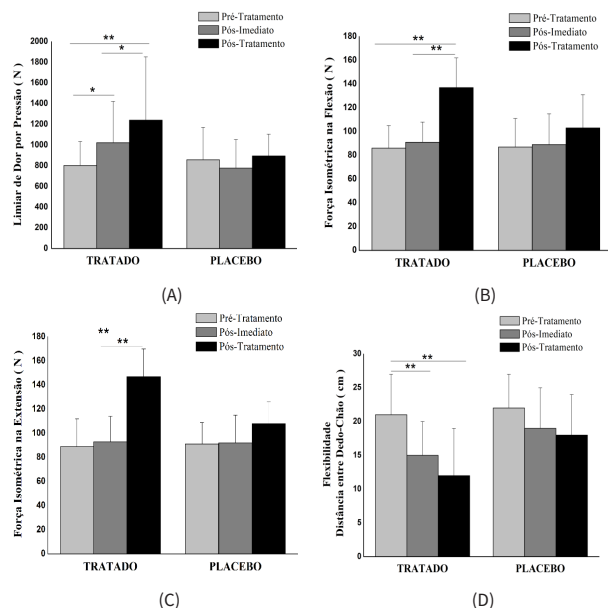
	Grupo Tratado			Grupo Placebo		
	Pré	Pós - Imediato	Pós - 7 Sessões	Pré	Pós - Imediato	Pós - 7 Sessões
Algometria: Limiar de Dor por Pressão na Coluna Lombar (N)						
Limiar de Dor por Pressão	803±231	1023±399*	1241±612**	858±314	778±276	895±211
Dinamometria: Força Muscular do Tronco (N)						
Flexão	86±19	91±17	137±25**†	87±24	89±26	103±28
Extensão	89±23	93±21	147±26**†	91±18	92±23	108±18
Goniometria: Amplitude de Movimento da Coluna Lombar (°)						
Flexão	80±10	85±12	88±14	78±16	82±18	84±12
Extensão	28±9	31±7	32±8	27±7	25±5	28±9
Teste de Flexibilidade da Coluna Lombar (cm)						
Distância dedo-chão	21±6	15±5**	12±7**	22±5	19±6	18±6

* Diferença significativa comparada ao período pré-tratamento ($p < 0,05$, teste de Wilcoxon);

** Diferença significativa comparada ao período pré-tratamento ($p < 0,005$, teste de Wilcoxon);

† Diferença significativa comparada ao período pós- imediato ($p < 0,005$, teste de Wilcoxon).

Figura 4
Efeitos agudos e crônicos da aplicação simultânea da FBM a laser e da vacuoterapia sobre o limiar de dor, força isométrica e flexibilidade da coluna lombar



DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que a terapia combinada de PBM a laser e vacuoterapia reduziu a dor e aumentou a funcionalidade das pessoas com dor nas costas, possivelmente estes benefícios estão relacionados com os efeitos da tecnologia utilizada.

A aplicação da PBM a laser é essencial para interagir com as respostas fisiológicas e desencadear reações intracelulares e mitocondriais para melhorar a funcionalidade. A luz é absorvida pelo nosso corpo, através da pele e acelera o transporte de elétrons na mitocôndria, o que aumenta a síntese de adenosina trifosfato (ATP) e gera diversas reações bioquímicas, além de mudanças nas taxas de sínteses de ácido ribonucleico (RNA) e ácido desoxirribonucleico (DNA). O ATP é a energia para o funcionamento do nosso corpo e, assim, a FBM possibilita diversos efeitos terapêuticos, como mudanças nas taxas de genes, modulação de citocinas, ação antioxidante, aumento da vascularização, efeitos analgésicos, anti-inflamatório e acelerada reparação do tecido ósseo, muscular, tendíneo, neural e cutâneo (Bagnato & Paolillo, 2014). Os efeitos anti-inflamatórios e analgésicos também estão relacionados à modulação de citocinas Araújo et al. (2023), entre

outros mediadores bioquímicos da inflamação, como as prostaglandinas Li et al. (2025), bradicinina Porebski et al. (2024), serotonina Starkl et al. (2024) e cortisol Haan et al. (2024) que levam a modulação da nocicepção, conduzindo ao tratamento da dor.

Vários estudos (Nardin et al., 2022; Panah et al., 2021) mostram a eficácia do uso da PBM a laser no tratamento da lombalgia. No estudo de Panah et al. (2021), foram realizadas 12 sessões (3 vezes por semana durante 4 semanas) de aplicação de luz infravermelha (tipo caneta) no músculo paravertebral da região lombar associadas a administração de medicamento anti-inflamatório não esteroide, o que resultou em efeito analgésico e menor incapacidade devido a dor comparado ao grupo que só recebeu o medicamento. Em outro estudo, Nardin et al. (2022) realizaram 8 sessões (2 vezes por semana durante 4 semanas) de aplicação de luz vermelha e infravermelha (cluster com 48 emissores) na região lombar e associaram aos exercícios aquáticos, o que resultou em redução significativa da intensidade da dor, incapacidade e níveis de cortisol. O estudo de meta-análise realizado por Glazov et al. (2016) mostrou qualidade de evidência moderada para PBM aplicada para dor crônica não específica na lombar, ainda seus dados apontam que a PBM aplicada sozinha ou combinada com outras modalidades (como o exercício físico) reduzem a dor em até 3 meses. Entretanto, o estudo de meta-análise realizado por Tomazoni et al. (2020) mostrou baixa evidência. Então, a heterogeneidade dos estudos, principalmente em relação aos parâmetros de irradiação, diferentes abordagens de tratamento utilizados e a insuficiência de dados dificultam a análise, interpretação e conclusão dos estudos qualitativos.

Em relação à vacuoterapia, há o aumento do fluxo sanguíneo que resulta em maior oxigenação tecidual e entrega de nutrientes na região tratada. Também ocorre estímulo de mecanorreceptores que acionam mecanismos neurais e bioquímicos que resultam em inibição de dor. Ainda, a vacuoterapia promove a liberação miofascial, o relaxamento muscular e maior ADM (Kim, 2023; Li et al., 2022; Lee et al., 2020).

Os efeitos agudos (Volpato et al., 2020) e crônicos (Salemi et al., 2021) da ventosa em pacientes com lombalgia mostraram redução da dor e menor incapacidade física

comparado ao grupo placebo. Entretanto, no estudo de Volpato et al. (2020) não foi constatado efeito agudo referente ao limiar de dor por pressão e temperatura cutânea na região lombar. Recente estudo de meta-análise realizado por Zhang et al. (2024) indicou qualidade de evidência moderada a alta para a redução da dor e da incapacidade com o uso da ventosa.

Tamae et al. (2020) aplicaram simultaneamente a FBM a laser com a vacuoterapia em pacientes com doença de Parkinson e constataram redução da dor e maior qualidade de vida comparado ao grupo que só realizou FBM a laser ou só vacuoterapia, mostrando a importância do efeito das terapias combinadas. Tanto no estudo de Tamae et al. (2020) como no presente estudo não foram constatados efeitos adversos, como desconforto e hematomas devido à sucção, só foi observado hiperemia tecidual que desaparecia após as sessões de tratamento. A pressão da vacuoterapia utilizada no atual estudo induziu à sensação de leveza e alívio como obtida por uma massagem. Isso demonstra que a pressão de -150 a -350 mbar, ventosa de 60 mm e o modo pulsado (50 pulsações por minuto) podem ser utilizados na prática clínica. De acordo com Li et al. (2022), a pressão de tratamento de 100 a 500 mbar é classificada de leve para moderada, enquanto acima de 500 mbar é forte e pode gerar danos teciduais. Os autores apontam que o tempo de aplicação pode ser de 5 min, 10 min ou mais, entretanto, o maior tempo de aplicação também está relacionado com danos teciduais. Ainda, ressaltam que o diâmetro das ventosas entre 45 e 60 mm é adequado e que os diâmetros maiores podem gerar maior tensão tecidual (Li et al., 2022).

Em relação aos parâmetros da PBM a laser, a World Association for Photobiomodulation Therapy (WALT, 2010) apresenta as recomendações de dose apenas para o laser infravermelho (780-860 nm e 908 nm). No atual estudo foi utilizado o comprimento de onda de 808 nm (100 mW no modo contínuo) que se refere às recomendações para 780-860 nm. A WALT recomenda potência de 5 a 500 mW e tempo de irradiação de 20 a 300 seg por ponto para o modo pulsado ou contínuo. Em específico para coluna cervical a WALT recomenda de 4 a 12 pontos ou por cm² e no mínimo 4 J por ponto, enquanto na coluna lombar de 4 a 8 pontos ou cm² e no mínimo 4 J por ponto. Nota-se que não tem recomendação para a luz vermelha e nem para coluna

torácica, ainda, as recomendações estão desatualizadas e não contemplam modelos de cluster e nem os modernos equipamentos de terapia combinada. Assim, sugere-se que a WALT atualize as recomendações e considere os modernos equipamentos que contemplam a geometria do sistema, múltiplos comprimentos de onda, técnicas combinadas, diferentes modos de aplicação e irradiação de grandes áreas corpóreas.

Neste contexto, é importante ressaltar que o atual estudo traz um novo protocolo que combina os parâmetros de ventosa e de FBM. Ainda, os resultados do atual estudo demonstram que os parâmetros foram adequados e seguros para o tratamento da lombalgia. A terapia que combinada PBM a laser e vacuoterapia não teve efeitos adversos, reduziu a dor e melhorou a funcionalidade, então, pode ser utilizada no tratamento conservador da lombalgia como um importante coadjuvante de outras abordagens, por exemplo, o uso de medicamentos (Panah et al., 2021) e a realização de exercícios físicos (Merlo et al., 2024) para melhorar a qualidade de vida.

Este estudo apresenta algumas limitações, entre elas a ausência de grupo *sham* referente ao grupo da vacuoterapia, que consiste na sensação da ventosa na pele, mesmo sem a sucção dos tecidos biológicos. Entretanto, Silva et al. (2025) aponta que dificuldades na realização do grupo *sham* estão relacionadas com a experiência dos participantes que já fizeram tratamento com ventosa e por esta razão não podem ser incluídos no estudo. Outras limitações é que o atual estudo foi desenvolvido com pequeno número amostral, não foi duplo cego e o tratamento foi a curto prazo. No entanto, este é um estudo piloto e novas pesquisas devem ser realizadas para superarem essas limitações. Perspectivas futuras também devem contemplar a investigação de outras terapias combinadas.

CONCLUSÃO

Desde a primeira sessão, a FBM a laser aplicada simultaneamente com a vacuoterapia resultou em alívio da dor e maior mobilidade da coluna lombar. Ainda, após a conclusão de 7 sessões de terapia combinada houve a redução da dor e o aumento da força e da flexibilidade.

Portanto, os resultados deste estudo têm implicações importantes para o uso de novas tecnologias no tratamento conservador da lombalgia.

AGRADECIMENTOS

Nós gostaríamos de agradecer o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG - Processo APQ-03204-22; APQ- 01982-23; APQ-04648-24; PIB-00018-24; PIBIC-UEMG-01-2023), Programa de Bolsas da Universidade do Estado de Minas Gerais (PAPq-UEMG e PQ-PROPPG) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) pela Bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- Andrade, M. F. C. M. de, & Cortez, P. J. O. (2024). Atualizações sobre o tratamento não farmacológico para o manejo da dor crônica: uma revisão de literatura. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 13(6), e6013645977. <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i6.45977>
- Araújo, V. G. B., Siqueira, K. H. S., Alvarenga, B. R. de, Souza, B. B. de, Souza, E. A. F. de, Neto, J. C. F. C., & Resende, R. G. de. (2023). The multifaceted nature of IL-10: regulation, role in immunological homeostasis and its relevance to cancer, COVID-19 and post-COVID conditions. *Frontiers in Immunology*, 14, 1162464. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fimmu.2023.1162464/full>
- Bagnato, V. S., & Paolillo, F. R. (2014). *Novos enfoques da fototerapia para condicionamento físico e reabilitação*. Compacta Gráfica e Editora.
- Batista, M. R., Estrela, L. A., Alves, V. M. N., Motta, A. R., & Furlan, R. M. M. (2023). Immediate effects of red (660 nm) and infrared (808 nm) photobiomodulation therapy on fatigue of the orbicularis oris muscle: a randomized clinical study. *CoDAS*, 35(6), e20220199. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/202320220199>
- Bavaresco, T., & Lucena, A. de F. (2022). Terapia a laser de baixa potência na cicatrização de ulcera venosa: ensaio clínico randomizado. *Revista Brasileira de Enfermagem*, 75(3), e20210396. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2021-0396>
- De Bortoli, I., Prato, A. L., & Kroth, A. (2016). A efetividade do laser associado a diferentes tipos de curativos na cicatrização de úlceras de pressão. *Evidência*, 16(1), 45-58. <https://doi.org/10.18593/eba.v16i1.9774>
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 39(2), 175-191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. (2020). Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*, 396(10258), 1204-1222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30925-9)
- George, S. Z., Fritz, J. M., Silfies, S. P., Schneider, S., Beneciuk, J. M., Bialosky, J. E., Coronado, R. A., Farrell, J. P., Flynn, T. W., Stock, R. A., Van Anglen, R. R., & Willcox, T. O. (2021). Interventions for the management of acute and chronic low back pain: revision 2021: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the academy of orthopaedic physical therapy of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 51(11), CPG1-CPG60. <https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2021.0304>
- Glazov, G., Yelland, M., & Emery, J. (2016). Low-level laser therapy for chronic non-specific low back pain: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Acupunct Med*, 34(5), 328-341. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1136/acupmed-2015-011036>
- Haan, B. J., Koopman, C. L., Boer, M. S., Bosch, J., Gommers, D. A. M. P. J., & Van Haren, F. (2024). Corticosteroids in critically ill patients: A narrative review. *Pharmacotherapy*, 44(7), 581-602. <https://doi.org/10.1002/phar.2944>
- Jawad, N. A., Alosami, M. H., & Mahdi, Z. F. (2024). O impacto da dor lombar crônica na qualidade de vida entre amostras de pacientes iraquianos: um estudo transversal. *Babylon Medical Journal*, 21(4), 937-943. https://doi.org/10.4103/MJBL.MJBL_284_23
- Kim, J. I., Yang, Y., Park, J., Kwon, K., Yang, K., Kang, J. W., & Kim, Y. (2023). Cupping therapy for non-specific low back pain: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*, 77, 102927. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2023.102927>
- Lee, J. H., Kim, J., Kim, K. H., Jo, H. G., Shin, K. H., Park, J. E., & Choi, Y. J. (2020). Acupoint-specific effects of cupping therapy on local blood flow and oxygenation: a systematic review. *Acupuncture in Medicine*, 38(6), 440-449. <https://doi.org/10.1177/0964528420959828>
- Li, M., Yang, X., Li, X., Wang, X., Wang, Q., Hu, S., & Fang, Z. (2022). Effects of Cupping Therapy on Regional Blood Flow and Oxygen Saturation in Healthy Individuals: A Pilot Study. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 42(4), 704-709. <https://doi.org/10.19852/j.cnki.jtcm.2022.04.015>
- Li, Y., Mo, P. C., Jain, S., Elliott, J., Bleakney, A., Lyu, S., & Jan, Y. K. (2022). Effect of durations and pressures of cupping therapy on muscle stiffness of triceps. *Front Bioeng Biotechnol*, 10, 996589. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.996589>

- Lopes, L. A. B., Alvarez, C., Campos, T. Y. T. B., Paolillo, F. R., & Bagnato, V. S. (2019). Synergistic effects of vacuum therapy and laser therapy on physical rehabilitation. *Journal of Physical Therapy Science*, 31, 598-602.
- Ma, X., Ye, Q., He, C., Li, C., Chen, S., Zeng, X., & Li, Z. (2024). A systematic review and meta-analysis of pain neuroscience education for chronic low back pain: short-term outcomes of pain and disability. *Physiotherapy Theory and Practice*, 40(9), 2130-2149. <https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2232003>
- Merlo, J. K., Silva, A. V. da, Casonatto, J., Ribeiro, A. S., Oliveira Junior, E. de, Nascimento, A. P. do, Oliveira, R. G. de, Buzzachera, C. F., Silva, R. A. da, & Aguiar, A. F. (2024). Effects of a Mat Pilates Exercise Program Associated with Photobiomodulation Therapy in Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Trial. *Healthcare (Basel)*, 12(14), 1416. <https://doi.org/10.3390/healthcare12141416>
- Myers, T. W. (2010). *Trilhos anatômicos* (2ª ed.). Elsevier.
- Nardin, D. M. K., Stocco, M. R., Aguiar, A. F., Machado, F. A., Oliveira, R. G. de, & Andraus, R. A. C. (2022). Effects of photobiomodulation and deep water running in patients with chronic non-specific low back pain: a randomized controlled trial. *Lasers in Medical Science*, 37(4), 2135-2144. <https://doi.org/10.1589/jpts.31.598>
- Panah, H. M., Abbasi, M., Yazdi, Z., & Hayati, M. (2021). Comparative study of combination therapy with non-steroidal anti inflammatory drugs and different doses of low level laser therapy in acute low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 27, 705-709. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.05.015>
- Panhoca, V. H., Tamae, P. E., Silva, M. V. J., Silva, A. M., Pinheiro, L. B. M., Fangel, R., & Soares, M. S. (2021). Synergistic effect of low-level laser and vacuum therapy on the temporomandibular disorder: two cases report. *Laser Physics Letters*, 18(10), 105602. <https://doi.org/10.1088/1612-202X/ac20de>
- Paolillo, F. R., & Paolillo, A. R. (2023). Intervenções com laser e terapia combinada em casos de dores relacionadas à COVID-19. In V. H. Panhoca, A. E. de Aquino Junior, & V. S. Bagnato (Orgs.), *Terapias reabilitadoras aplicando biofotônica em sequelas pós-Covid-19 – Covid crônica* (1ª ed., Vol. 1, pp. 1-164). Even3. <https://publicacoes.even3.com.br/book/terapias-reabilitadoras-aplicando-biofotonica-em-sequelas-pos-covid-19-covid-cronica-2735315>
- Park, S., Oh, K., Ahn, M. S., Jang, J. M., Kim, H. Y., & Kwak, H. K. (2022). Correlation of Body Composition via Bioelectrical Impedance Analysis and Motor Function and Recovery of Upper Extremity in Patients Undergoing Stroke Rehabilitation. *Brain & Neurorehabilitation*, 15(2), e20. <https://www.brainneurorehabilitation.com/upload/pdf/bn-2022-15-2-e20.pdf>
- Porebski, G., Trzeciak, M., Kwiecien, K., Grygier, B., Szostek, S., Sowa, P., & Pietruszewska, W. (2024). Mast cell degranulation and bradykinin-induced angioedema - searching for the missing link. *Frontiers in Immunology*, 15, 1399459. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1399459>
- Salemi, M. M., Vameghi, R., Abdollahi, M., Faghihzadeh, S., & Rezaeian, S. (2021). Effect of dry cupping therapy on pain and functional disability in persistent non-specific low back pain: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 14(6), 219-230. <https://doi.org/10.51507/j.jams.2021.14.6.219>
- Sassim, P. V., Santos, A. K., Viero, D. L., Medeiros, J. E., Silva, L. V. G. A., & Lemmos, J. R. (2020). Efeitos do laser de baixa intensidade no tecido muscular. Revisão Sistemática. *Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, 12(2). <https://doi.org/10.36692/cpaqv-v12n2-58>
- Silva, K. M. P., Almeida Silva, H. J., Pontes-Silva, A., De Santana, J. M., Avila, M. A., Barbosa, G. M., & Souza, M. C. de. (2025). What are the effects of dry cupping therapy combined with the McKenzie method on clinical outcomes in chronic low back pain? A protocol for a randomized, sham-controlled trial. *BMC Complement Med Ther.*, 25(1), 219. <https://doi.org/10.1186/s12906-025-04940-9>
- Sociedade Brasileira para Estudo da Dor. (2021). *Dor no Brasil. Porque a dor é uma questão também de saúde pública!* https://www.sbed.org/materias.php?cd_secao=74
- Starkl, P., Stöger, J., Cerni, C., Schauer, T., Balta, E., Fendl, K. C., Schindlmair, J., Mester, V., Dinhof, C., Vlasits, D., Kogelmann, K., Tuchschnid, L., Wagner, E., Leitner, M., Hofer, F., Schönguber, H., Turecek, P. L., Valenta, R., Kavirayani, A., ... Penninger, J. M. (2024). Mast cell-derived BH4 and serotonin are critical mediators of postoperative pain. *Science Immunology*, 9(98), eadh0545. <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.adh0545>
- Tamae, P. E., Santos, A. V., Simão, M. L. S., Canelada, A. C. N., Zampieri, K. R., Santos, T. V., Aquino Junior, A. E., & Bagnato, V. S. (2020). Can the Associated Use of Negative Pressure and Laser Therapy Be A New and Efficient Treatment for Parkinson's Pain? A Comparative Study. *Journal of Alzheimer's Disease & Parkinsonism*, 10(3), 1-6. <https://www.omicsonline.org/open-access/can-the-associated-use-of-negative-pressure-and-laser-therapy-be-a-new-and-efficient-treatment-for-parkinsons-pain-a-com.pdf>
- Tomazoni, S. S., Almeida, M. O., Bjordal, J. M., Stausholm, M. B., Machado, C. D. S. M., Leal-Junior, E. C. P., & Costa, L. O. P. (2020). Photobiomodulation therapy does not decrease pain and disability in people with non-specific low back pain: a systematic review. *J Physiother.*, 66(3), 155-165. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2020.06.010>
- Volpato, M. P., Nunes, M. R., Silva, R. A. F. da, Souza, F. P. de, Nunes, D. S. C., Ribeiro, D. D., Lanza, F. S., & Nunes, V. M. G. (2020). Single cupping therapy session improves pain, sleep, and disability in patients with nonspecific chronic low back pain. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*, 13(2), 48-52. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2019.11.004>
- World Association for Photobiomodulation Therapy (WALT). (2010). *WALT Recommendations*. https://waltpbm.org/wp-content/uploads/2021/08/Dose_table_780-860nm_for_Low_Level_Laser_Therapy_WALT-2010.pdf
- World Health Organization (WHO). (2023). *WHO releases guidelines on chronic low back pain*. <https://www.who.int/news/item/07-12-2023-who-releases-guidelines-on-chronic-low-back-pain>

- Wu, A., March, L., Böhm, P., Hofer, H., Klimas, J., Kostiuk, V., & Buchbinder, R. (2021). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2019: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Rheumatology*, 3(11), e693-e707. [https://doi.org/10.1016/S2665-9913\(21\)00080-4](https://doi.org/10.1016/S2665-9913(21)00080-4)
- Zhang, Z., Pasapula, M., Wang, Z., Edwards, K., & Norrish, A. (2024). The effectiveness of cupping therapy on low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomized control trials. *Complement Ther Med.*, 80, 103013. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2024.103013>
- Zohuri, B., & Zand, H. (2025). Near-infrared vs. mid-infrared light penetration in biological tissues. *Medical & Clinical Research*, 10(3), 1-9. <https://doi.org/10.33140/MCR.10.03.04>