



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA



THAÍS HELENA DE PAULA MICHELATO

EFEITOS DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO DE CORPO INTEIRO AVALIADO POR MEIO DA DISPNEIA, FADIGA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES E DESEMPENHO FUNCIONAL NOS TESTES DE SENTAR E LEVANTAR DE 1 MINUTO E TESTE DE MARCHA ESTACIONÁRIA DE 2 MINUTOS EM INDIVÍDUOS COM DPOC.

São Carlos-SP

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA



THAÍS HELENA DE PAULA MICHELATO

EFEITOS DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO DE CORPO INTEIRO AVALIADO POR MEIO DA DISPNEIA, FADIGA MUSCULAR DE MEMBROS INFERIORES E DESEMPENHO FUNCIONAL NOS TESTES DE SENTAR E LEVANTAR DE 1 MINUTO E TESTE DE MARCHA ESTACIONÁRIA DE 2 MINUTOS EM INDIVÍDUOS COM DPOC.

Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos como parte de requisitos para obtenção do título de mestre em Fisioterapia. Área de concentração Fisioterapia e Desempenho Funcional

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Jamami
Coorientador: Prof. Dr. Cleber Ferraresi

São Carlos-SP
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Thaís Helena de Paula Michelato, realizada em 28/08/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Mauricio Jamami (UFSCar)

Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes (UFSCar)

Prof. Dr. Antonio Roberto Zamunér (UCM)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu pai, a minha mãe do coração, aos meus familiares e ao meu professor Maurício Jamami.

AGRADECIMENTOS

*Agradeço imensamente a **Deus** por ter me dado a vida e a oportunidade de acordar todos os dias para cumprir o que é necessário.*

*Agradeço ao meu pai **Jair** e à minha mãe do coração **Odete** por me proporcionarem todo o suporte emocional, financeiro e apoio incondicional para que eu pudesse me dedicar a esta etapa da minha vida. Agradeço também à minha vó Aracy e ao meu tio Júlio por me apoiarem nesse momento.*

*Agradeço à minha mãe **Lourdes** por ter me dado a vida.*

*Agradeço aos meus **amigos** que fiz ao longo dessa jornada, que me apoiaram e estenderam a mão em todos os momentos desafiadores.*

*Agradeço à minha amiga **Lilian**. Entramos juntas no mestrado e tenho certeza de que será uma amizade para toda a vida.*

*Agradeço imensamente ao meu **Prof. Dr. Maurício**, que sempre esteve pronto para me ajudar, ensinando e contribuindo para minha evolução humana e profissional. Agradeço também ao meu **Prof. Dr. Cleber** pela coorientação e suporte durante esse período.*

Agradeço aos pacientes por se disponibilizarem a participar deste projeto vocês são e foram essenciais.

*Agradeço a **CAPES** pelo apoio financeiro e a **UFSCar** pela oportunidade de fazer um programa de pós-graduação*

*Agradeço à equipe do **Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFIR)**, por todas as conversas, dúvidas tiradas e risadas. Sou grata por fazer parte do LEFIR.*

EPÍGRAFE

“A coisa mais difícil da vida é resgatar o amor em meio à mágoa, o perdão em meio ao ressentimento, a alegria em meio à dor. Não fique preso ao sofrimento do passado. Liberte-se. Viva o presente. Só assim você poderá dar uma chance à felicidade e à cura do seu próprio coração. Deixe que o futuro lhe traga surpresas. Deixe o amor guiar sua vida. Ame, perdoe, viva.”

Patty Santos

Resumo

Introdução: A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença, caracterizada por sintomas respiratórios e diminuição do fluxo aéreo, devido a inflamações das vias aéreas e ou alveolares, normalmente provocadas por inalações de partículas ou gases nocivos, principalmente por efeito do tabaco. A fraqueza muscular periférica atinge cerca de 20% dos pacientes diagnosticados com DPOC leve e moderada e 40% na doença grave. A redução da força muscular, a diminuição da capacidade aeróbica, a dependência do metabolismo glicolítico e grande quantidade de lactato durante o exercício podem ser responsáveis pela fadiga muscular precoce nesses pacientes. Uma alternativa que surgiu para melhorar o desempenho e a recuperação muscular, foi a terapia de fotobiomodulação (TFBM). A TFBM pode estimular a atividade mitocondrial, síntese de energia (adenosina trifosfato - ATP), estimular a síntese de glicogênio muscular e intensificar a atividade das enzimas antioxidantes. Portanto, a TFBM pode beneficiar os pacientes com DPOC no seu desempenho em atividades funcionais realizadas no seu dia a dia. **Objetivos:** Verificar se a aplicação da TFBM de corpo inteiro em uma única sessão, em pacientes com DPOC moderada a grave, promove uma melhora na dispneia, fadiga de membros inferiores (MMII) e no desempenho funcional avaliada por meio do teste de sentar e levantar de um minuto (TSL1') e teste de marcha estacionária de dois minutos (TME2'). **Métodos:** Ensaio clínico randomizado, cruzado e uni-cego, placebo-controlado realizado na cidade de São Carlos –SP, no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória da UFSCar. Foram avaliados 22 pacientes com DPOC moderada a grave, os quais foram submetidos a uma avaliação do desempenho funcional e a percepção da dispneia e fadiga de MMII mediante, o TSL1' e TME2', pré e pós uma única aplicação de TFBM de corpo inteiro e Placebo. **Resultados:** Após a aplicação da TFBM de corpo inteiro, a percepção da fadiga de MMII dos pacientes diminuíram significativamente comparada a aplicação Placebo ($p \leq 0,01$) com medianas 1 (0,5-0,0) e 2 (1,64 -2) respectivamente, no TSL1'. A dispneia e o desempenho funcional não apresentaram alterações significativas ($p > 0,01$), entre a TFBM de corpo inteiro e Placebo, no TSL1'. A dispneia no TME2' diminuiu significativamente ($p \leq 0,01$) comparada ao Placebo com medianas 1 (0,5-1,75) e 2 (1,25-3), bem como a fadiga muscular de MMII, 0 (0-1) e 3 (1,25-3), respectivamente. Houve melhora no desempenho funcional do TME2' comparando pré e pós TFBM ($p \leq 0,01$), mas não ocorreu alteração significativa entre TFBM de corpo inteiro e Placebo. **Conclusão:** A TFBM de corpo inteiro reduziu significativamente no TSL1' e TME2' a fadiga muscular de MMII e reduziu significativamente no TME2' a dispneia. Não aumentou significativamente o desempenho funcional no TSL1' e TME2', em uma única sessão de TFBM de corpo inteiro de participantes com DPOC moderada a grave.

Palavras-chaves: DPOC, Fototerapia, Fraqueza Muscular, Testes de Aptidão Física.

Abstract

Introduction: Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is a common disease characterized by respiratory symptoms and decreased airflow due to inflammation of the airways and/or alveolar airways, usually caused by inhalation of harmful particles or gases, mainly due to the effect of tobacco. Peripheral muscle weakness affects about 20% of patients diagnosed with mild and moderate COPD and 40% in severe disease. Reduced muscle strength, decreased aerobic capacity, dependence on glycolytic metabolism and large amounts of lactate during exercise may be responsible for early muscle fatigue in these patients. An alternative that emerged to improve muscle performance and recovery was photobiomodulation therapy (PBMT). PBMT can stimulate mitochondrial activity, energy synthesis (adenosine triphosphate - ATP), stimulate muscle glycogen synthesis, and intensify the activity of antioxidant enzymes. Therefore, PBMT can benefit COPD patients in their performance in functional activities performed in their daily lives.

Objectives: To determine whether the application of whole-body PBMT in a single session in patients with moderate to severe COPD promotes an improvement in dyspnea, lower limb fatigue, and functional performance as assessed by the one-minute sit-to-stand test (1SST) and the two-minute stationary gait test (SMT2').

Methods: This was a randomized, crossover and single-blind, sham-controlled clinical trial conducted in the city of São Carlos, São Paulo, Brazil, at the Laboratory of Spirometry and Respiratory Physiotherapy of UFSCar. We evaluated 22 patients with moderate to severe COPD, who underwent an assessment of functional performance and perception of dyspnea and fatigue of the lower limbs by means of 1SST and SMT2', before and after a single application of whole-body PBMT and sham.

Results: After the application of whole-body PBMT, the patients' perception of lower limb fatigue decreased significantly compared to the sham application ($p \leq 0.01$) with medians 1 (0.5-0.0) and 2 (1.64 -2) respectively, in 1SST. Dyspnea and functional performance did not show significant changes ($p > 0.01$) between whole-body PBMT and sham in 1SST. Dyspnea at SMT2' decreased significantly ($p \leq 0.01$) compared to sham with medians 1 (0.5-1.75) and 2 (1.25-3), as well as muscle fatigue at lower limbs, 0 (0-1) and 3 (1.25-3), respectively. There was an improvement in the functional performance of SMT2' comparing pre- and post- PBMT and sham ($p \leq 0.01$), but there was no significant change between whole-body PBMT and sham.

Conclusion: Whole-body PBMT significantly reduced muscle fatigue in the lower limbs in 1SST and SMT2' and significantly reduced dyspnea in the SMT2'. It did not significantly increase functional performance in 1SST and SMT2', in a single session of whole-body PBMT of participants with moderate to severe COPD.

Keywords: COPD, Phototherapy, Muscle Weakness, Physical Fitness Test

SUMÁRIO

PREFÁCIO	10
CONTEXTUALIZAÇÃO	13
REFERÊNCIAS	16
ARTIGO	19

1.Introdução	19
2.Objetivo Geral	21
2.1 Objetivo Específico	21
3.Métodos	21
3.1 Desenho do estudo.....	21
3.2 Aspectos éticos.....	21
3.3 Participantes e recrutamento.....	22
3.4 Critérios de Inclusão.....	22
3.5 Critérios de Exclusão.....	22
4. Procedimentos de randomização e cegamento	22
4.1 Protocolo.....	23
4.2 Desempenho Funcional.....	23
4.2.1 Teste de Sentar e Levantar (TSL1')	23
4.2.2 Teste de Marcha Estacionária de 2 minutos (TME2')	24
4.3 Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) de corpo inteiro.....	24
5.Tamanho da Amostra	27
5.1 Análise Estatística.....	27
6.Resultados	27
7.Discussão	33
8.Conclusão	34
9. Considerações Finais	35
Referências	35

APÊNDICE

APÊNDICE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO...37

ANEXO

ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	41
ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO.....	42

PREFÁCIO

A dissertação está inserida na linha de pesquisa em Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisiologia do Exercício, e Instrumentação e Recursos Fisioterapêuticos relacionados ao Adulto e Saúde do Trabalhador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (PPG-FT da UFSCar), e foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFiR), sob orientação do docente Dr. Maurício Jamami e sob a coorientação do docente Dr Cleber Ferraresi.

O projeto intitulado “*Efeitos da Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro avaliado por meio da dispneia, fadiga muscular de membros inferiores e desempenho funcional nos testes de sentar e levantar de 1 minuto e teste de marcha estacionária de 2 minutos em indivíduos com DPOC*”, demonstra a importância em avaliar a percepção da dispneia, fadiga muscular de membros inferiores (MMII) e desempenho funcional dos pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) moderada a grave, após uma sessão única de Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro (TFBM), podendo fornecer subsídios para sua utilização nos serviços de reabilitação.

Portanto, avaliar a dispneia, a fadiga de MMII e a limitação do desempenho funcional desses pacientes e pensar em estratégias específicas de intervenções fisioterapêuticas com TFBM para os pacientes com DPOC moderada a grave.

Durante o período de desenvolvimento do projeto no PPGFT da UFSCar a aluna desenvolveu as seguintes atividades:

A- ARTIGOS SUBMETIDOS

MICHELATO, T. H. P.; ARAÚJO, T. A.; ROCHA, L. S.; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Efeitos da Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro avaliado por meio da dispneia, fadiga muscular de membros inferiores e desempenho funcional nos testes de sentar e levantar de 1 minuto e teste de marcha estacionária de 2 minutos de indivíduos com DPOC”, submetido no Journal of biophotonics, 2024.

DA SILVA, A. B.; **MICHELATO, T.H.P.;** JAMAMI, M. "Avaliação comparativa do impacto da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) entre homens e mulheres com base na global initiative for obstructive lung disease (GOLD)", submetido no periódico Medicina (Ribeirão Preto), 2024.

B- ARTIGOS PUBLICADOS

GUERRA, J.L.; VIANNA, J. R. F.; **MICHELATO, T. H. P.;** SIMÕES, M. M. L. S.; VALIM, N. C.; JAMAMI, M. Noninvasive Mechanical Ventilation Management and Hacor Score in acute hypoxemic respiratory failure induced by Influenza A (H1N1): A Case Report. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 9, p. 1110-1117, 2023.

VIANNA, J. R. F.; **MICHELATO, T. H.;** BARROS, B. H. F; RIBEIRO, A.L.T.; GUERRA, J. L.; BARROS, J. E. A; JAMAMI, M. Outcomes of a functional rehabilitation protocol in chronic critical disease by COVID-19: A case report. Research, Society and Development, v. 12, p. e14512340526-8, 2023.

C- PARTICIPAÇÃO EM SIMPÓSIO

XX Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e Terapia Intensiva Local: Florianópolis-SC, 2022.

XXIX Simpósio de Fisioterapia da UFSCar. Local: São Carlos – SP, 2023.

XXI Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e Terapia Intensiva Local: Brasília- DF, 2024.

D- RESUMOS APRESENTADOS

MICHELATO, T. H. P.; SANTOS. A. C. V.; ROCHA, L. S.; ROCHA. F.C.; DI LORENZO, V. A. P.; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Avaliação do desempenho no TME2’ Após Sessão Única de Fotobiomodulação em Pacientes com DPOC: Estudo piloto. Evento: XXIX Simpósio de Fisioterapia da UFSCar. Local: São Carlos – SP. Ano: 2023.

MICHELATO, T. H. P.; ARAÚJO, T. A.; ROCHA, L. S.; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Fotobiomodulação de Corpo Inteiro e Pacientes com DPOC: Avaliação dos e Desempenho no Teste de Marcha Estacionária de 2 Minutos. Evento: XXI Simpósio

Internacional de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e Terapia Intensiva Local: Brasília- DF. Ano: 2024.

D-COORIENTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Bruna Alencar da Silva. Avaliação Comparativa do Impacto da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) entre Homens e Mulheres com Base na GLOBAL INITIATIVE FOR OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE (GOLD). 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal de São Carlos.

O link para o currículo Lattes e ORCID da mestranda estão disponíveis a seguir:

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9698496380698470>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8813-3569>

Para o público de forma geral, o principal objetivo dessa dissertação foi avaliar a sensação da falta de ar, cansaço nos MMII e desempenho funcional nos pacientes com DPOC, por meio dos testes de sentar e levantar e de marcha estacionária, após uma única sessão da fotobiomodulação (aplicação de luz) de corpo inteiro.

Destacamos a relevância do presente estudo, no qual os pacientes submeteram-se a movimentos de sentar e levantar, e marcha sem sair do lugar em uma única sessão de TFBM (aplicação de luz) de corpo inteiro com parâmetros que ainda necessitam de maiores investigações e que pode possibilitar sua utilização em protocolos de reabilitação pulmonar.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma doença, caracterizada por sintomas respiratórios e diminuição do fluxo aéreo, devido a inflamações das vias aéreas e ou alveolares, normalmente provocadas por inalações de partículas ou gases nocivos, principalmente por efeito do tabaco. Em geral a DPOC é evidente em uma idade mais avançada podendo ter um efeito na mortalidade e morbidade, com evidências de eventos precoces progressivos que colaboram com o comprometimento da função pulmonar em adultos (*GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE*, 2024).

A reação inflamatória nos indivíduos com DPOC torna-se mais intensa na presença de facilitadores inflamatórios que conta não somente de macrófagos, linfócitos e neutrófilos, mas células estruturais como epiteliais, musculares e fibroblastos. A interação entre essas células e os macrófagos e linfócitos, especialmente CD8+, tem sido implicada na patogênese da DPOC na corrente sanguínea (COSTA, RUFINO, SILVA, 2009), promovendo estresse oxidativo e degradação proteica (BYUN, CHO, CHANG, 2017; GAYAN-RAMIREZ, DECRAMER, 2013; MALTAIS et al., 2014), os quais ocasionam um impacto negativo na qualidade de vida e funcionalidade dos indivíduos afetados pela DPOC. Outros fatores como o desequilíbrio nutricional e a hipoxemia contribuem para um mau prognóstico, podendo estar associados a osteoporose, perda de peso, ansiedade e depressão, disfunção muscular respiratória e periférica (BEAUCHAMP et al., 2010). As características da disfunção muscular dos membros superiores e inferiores incluem atrofia muscular, capacidade oxidativa reduzida com a diminuição da fibra tipo I e aumento de fibra tipo IIx e diminuição da área da seção transversal da fibra ligada à atrofia muscular que, no nível funcional, é evidenciada por fraqueza muscular e resistência muscular reduzida (MALTAIS et al., 2014).

A redução da força muscular, a menor capacidade aeróbica, a maior dependência do metabolismo glicolítico e o acúmulo elevado de lactato durante o exercício podem contribuir para a fadiga muscular precoce nesses pacientes. (MIRANDA, MALAGUTI, CORSO, 2011).

Essa fadiga precoce pode levar ao declínio funcional, o qual está relacionada com a incapacidade funcional, ou seja, a necessidade de ajuda para o indivíduo executar tarefas

no seu dia-dia, como Atividades de Vida Diária (AVDs) (CHRISTIE A, SNOOK EM, KENT- BRAUN, 2011).

Observa-se, portanto, que diversos estudos retrataram anormalidades nos músculos esqueléticos de pacientes com DPOC, entre as quais hipotrofia, distribuição de fibra muscular alterada, estresse oxidativo, aumento do apoptose celular e disfunções mitocondriais na musculatura esquelética e respiratória (ATS, 1999; DONG et al., 2015). Conseqüentemente, têm sido propostas avaliações e intervenções que pretendem melhorar a força e resistência da musculatura esquelética e respiratória dos pacientes com DPOC.

Um dos movimentos fundamentais para a mobilidade e independência funcional é o movimento de sentar e levantar, o qual avalia a força dos músculos das pernas, especialmente quadríceps e glúteos, esse movimento faz parte de inúmeras AVDs (POLLOCK, GRAY, CULHAM, DURWARD, LANGHORNE, 2014; BOHANNON, 2015).

Segundo Whitney et al. (2005) limitações funcionais importantes surgem nos indivíduos cuja capacidade de levantar-se a partir da posição sentada está comprometida. Desta forma, o teste de sentar e levantar de um minuto (TSL1') é considerado útil, adequado e com baixo custo, para avaliar a capacidade de sentar e levantar. Pesquisadores descreveram esse teste como medida para força dos membros inferiores (MMII), controle de equilíbrio, risco de queda e capacidade para exercícios (MELO et al., 2019).

Um outro teste utilizado para avaliar o desempenho funcional é o teste de Marcha Estacionária de 2 minutos (TME2') o qual envolve potência, velocidade, agilidade e equilíbrio dinâmico para desempenhar as AVDs ou realizar determinado ato sem necessidade de ajuda, imprescindíveis para proporcionar uma melhor qualidade de vida. O TME2' é ideal para a prática clínica, apresentando praticidade e rapidez em sua aplicação (PEDROSA, HOLANDA, 2009; GUEDES et al., 2015).

O reconhecimento global da importância da DPOC e o aumento de sua prevalência têm levado a esforços para o avanço de novas terapias (CHENG et al., 2017). Nesse sentido, a terapia por fotobiomodulação (TFBM) é uma intervenção não farmacológica e não invasiva que é realizada por terapia a laser de baixa intensidade (TLBI) ou por LEDs (*light-emitting diodes*). A TLBI utiliza um laser com baixa potência e baixa intensidade para estimular processos de cura em tecidos, sendo usada para reduzir inflamações e regenerar tecidos. E os diodos emissores de luz do tipo LED são fontes emissoras de luz que emitem luz em comprimentos de onda específicos (como luz vermelha ou

infravermelha) semelhantes ao laser, mas com menor colimação de seus feixes de luz (HAMBLIN 2016; LU 2023). Tanto lasers quanto LEDs são usados para estimular a regeneração celular nos processos de fotobiomodulação (WOODRUFF et al., 2004). . A terapia de fotobiomodulação (TFBM) por lasers ou LEDs promovem efeitos similares através da absorção de fótons por cromóforos dos tecidos biológicos por meio de comprimentos de onda específicos, como a citocromo c oxidase, porfirinas e canais iônicos fotossensíveis, levando a maior concentração de íons de cálcio intracelular (Ca²⁺). A citocromo c oxidase pertence ao complexo IV da cadeia respiratória mitocondrial, absorvendo os comprimentos de onda na faixa do vermelho e do infravermelho próximo. Isso leva a aumentos no transporte de elétrons, no potencial de membrana mitocondrial e na produção de trifosfato de adenosina (ATP). Ainda, a TFBM é responsável por estimular várias vias de sinalização através de monofosfato de adenosina cíclico, óxido nítrico (NO), Ca²⁺, e espécies reativas de oxigênio, que é seguida pela ativação de fatores de transcrição, como fator 1-alfa induzível por hipóxia (HIF-1 α), fator nuclear 2 relacionado ao eritróide 2 (NRF2) e fator nuclear κ B (NF- κ B), resultando em uma resposta genética acentuada direcionada à modulação da inflamação, proliferação e reparo tecidual (DOMPE et al., 2020; LU et al., 2023). Com base nestes mecanismos, a TFBM tem se mostrado como um tratamento efetivo, realizando um papel vital na reparação e regeneração de tecidos, alívio da dor, cicatrização de feridas, redução de agentes oxidantes, além de produzir um efeito modulador da inflamação (BJORDAL, LOPES, RAB, IVERSEN., 2010; SILVA et al., 2015; LU et al., 2023).

Na prática clínica atual, a TFBM tem demonstrado melhorar o desempenho muscular e reduzir a fadiga em atletas e não atletas (FERRARESI, HUANG, HAMBLIN, 2016), além de efeitos positivos no metabolismo, reparo tecidual e proliferação celular (FERRARESI et al., 2012). Entretanto, até o momento, poucos estudos foram publicados sobre o uso da TFBM de corpo inteiro, especialmente em protocolos que envolvem grandes grupos musculares (ZAGATTO et al., 2020) para melhorar o desempenho muscular em indivíduos com doenças respiratórias (DE SOUZA et al., 2020) e, até onde sabemos, nenhum estudo avaliou os efeitos da TFBM de corpo inteiro na dispneia, na fadiga de MMII e no desempenho do TSL1' e TME2' em indivíduos com DPOC, justificando a realização do presente estudo que gerou o artigo que será apresentado a seguir.

REFERÊNCIAS

ALVES LC, LEITE IC, MACHADO CJ. Conceituando e mensurando a incapacidade funcional da população idosa: uma revisão de literatura. **Ciência Saúde Coletiva**, v.13, p.1199-1207, 2008.

ATS; ERS Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. A statement of the American Thoracic Society and European Respiratory Society. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v.159, n.4, p 1–40, 1999.

BEAUCHAMP MK. et al. Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease-a systematic review. **Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 65, n. 2, p. 157-164, 2010.

BJORDAL JM, LOPES-MARTINS RAB, JOENSEN J, IVERSEN VV The anti-inflammatory mechanism of low level laser therapy and its relevance for clinical use in physiotherapy. **Physical Therapy Reviews** v. 15 p. 286–293, 2010.

BOHANNON RW, Daily sit-to-stands performed by adults: a systematic review. **Journal of Physical Therapy Science**, v.27, 939–942, 2015.

BYUN MK, CHO EN, CHANG J, AHN CM, KIM HJ. Sarcopenia correlates with systemic inflammation in COPD. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease** v. 12, p. 669-75, 2017.

CHRISTIE A, SNOOK EM, KENT- BRAUN JA. Systematic review and meta-analysis of skeletal muscle fatigue in old age. **Medicine and Science in Sports and Exercise** v. 4, p. 568-77, 2011.

COSTA, RUFINO, SILVA. Inflammatory cells and their mediators in the pathogenesis of COPD. **Journal of the Brazilian Medical Association**, v. 55, p. 347-354, 2009.

DE SOUZA GHM, et al. Acute effects of photobiomodulation therapy applied to respiratory muscles of chronic obstructive pulmonary disease patients: a double-blind, randomized, placebo-controlled crossover trial. **Lasers in Medical Science**, v. 35, n. 5, p. 1055-1063, 2020.

DOMPE C, et al. Photobiomodulation underlying mechanism and clinical applications.. **Journal of Clinical Medicine** v. 9, p. 1724, 2020.

DONG Y, et al Bufei Jianpi granules improve skeletal muscle and mitochondrial dysfunction in rats with chronic obstructive pulmonary disease. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, v.15, n.51, 2015.

FERRARESI C, HAMBLIN MR, PARIZOTTO NA. Low-level laser (light) therapy (LLL) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. **Photonics Lasers Med**, v. 1, p. 267–286, 2012.

FERRARESI C, HUANG YY, HAMBLIN MR. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? **Journal of Biophotonics**, v.9, p. 1273-1299, 2016.

FERRARESI C, PARIZOTTO NA, DE SOUSA MVP, et al. Light-emitting diode therapy in exercise-trained mice increases muscle performance, cytochrome c oxidase activity, ATP and cell proliferation. **Journal of Biophotonics**, v. 8, p. 740-754, 2015.

GAYAN-RAMIREZ G, DECRAMER M. Mechanisms of striated muscle dysfunction during acute exacerbations of COPD. **Journal of Applied Physiology**, v. 114 n.9 p. 1291-1299, 2013.

Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease – 2024 Report, 2024.

GUEDES, MBOG et al. Validation of the two minute step test for diagnosis of the functional capacity of hypertensive elderly persons. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 18, p. 921-926, 2015.

HAMBLIN MR Photobiomodulation or low-level laser therapy. **Journal of Biophotonics** v.9, p. 1122–1124, 2016.

LU, YS et al. Effects of photobiomodulation as an adjunctive treatment in chronic obstructive pulmonary disease: a narrative review. **Lasers in Medical Science**, V.38, n. 1, p. 56, 2023.

MALTAIS F, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: update on limb muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 189, n.9, p. 15-62, 2014.

MELO T, et al. The Five Times Sit-to-Stand Test: safety and reliability with older intensive care unit patients at discharge. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 31, p. 27-33, 2019.

MIRANDA EF, et al Acute effects of light emitting diodes therapy (LEDT) in muscle function during isometric exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease: preliminary results of a randomized controlled trial. **Lasers in Medical Science**, v. 29, n. 1, p. 359–365, 2014.

MIRANDA EF, et al. Phototherapy with combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes is beneficial in improvement of muscular performance (strength and muscular endurance), dyspnea, and fatigue sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Lasers in Medical Science**, v. 30 n. 1 p. 437–443. 2015

MIRANDA EF; MALAGUTI, CORSO SD. Peripheral muscle dysfunction in COPD: lower limbs versus upper limbs. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 37, p. 380-388, 2011.

PEDROSA, R.; HOLANDA, G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 13, p. 252-256, 2009.

PEREIRA, MC; LIMA, LN; MOREIRA, MM; MENDES, FA. One minute sit-to-stand test as an alternative to measure functional capacity in patients with pulmonary arterial hypertension. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 48, 2022

POLLOCK A, GRAY C, CULHAM E, DURWARD BR, LANGHORNE P. Interventions for improving sit-to-stand ability following stroke. **The Cochrane Database of Systematic Reviews**, n.5, 2014.

SILVA GBL, et al. Effect of low-level laser therapy on inflammatory mediator release during chemotherapy-induced oral mucositis: a randomized preliminar study **Lasers Medical Science** v. 30 p. 117–126, 2015.

WHITNEY LS, et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. **Physical Therapy**, v. 85, n. 10, p. 1034-1045, 2005.

WOODRUFF LD, et al. The efficacy of laser therapy in wound repair: a meta-analysis of the literature. **Photomedicine and Laser Surgery**, 22(3), 241–247, 2004.

ZAGATTO, AM, et al. Full Body Photobiomodulation Therapy to Induce Faster Muscle Recovery in Water Polo Athletes: Preliminary Results. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, 38 (12), 766–772, 2020.

ARTIGO

Efeitos da Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro avaliado por meio da dispneia, fadiga muscular de membros inferiores e desempenho funcional nos testes de sentar e levantar de 1 minuto e teste de marcha estacionária de 2 minutos de indivíduos com DPOC: estudo controlado, randomizado e unicego

Artigo Submetido no Journal of Biophotonics

Thais Helena de Paula Michelato¹, Tiago de Almeida Araújo¹, Lilian Rocha de Souza¹, Cleber Ferraresi¹, Maurício Jamami¹

¹Programa de pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP) Brasil.

1. Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é uma condição patológica dos pulmões que se caracteriza por manifestações sistêmicas, incluindo efeitos adversos significativos na função muscular periférica.^(1,2) A DPOC provoca alterações na estrutura e no metabolismo dos músculos periféricos, resultando em redução da força e da resistência muscular,⁽¹⁾ com uma composição alterada das fibras musculares, capilaridade reduzida e uma maior produção de trifosfato de adenosina (ATP) não mitocondrial acentuando o desenvolvimento da fadiga muscular periférica e redução do desempenho no exercício.^(2,3) Assim, é comum esses pacientes apresentarem alterações na musculatura periférica, atingindo cerca de 20% dos pacientes diagnosticados com DPOC leve e moderada, e 40% na doença grave.⁽⁴⁾

Gosselink et al.⁽⁵⁾ comprovaram a redução da força muscular do quadríceps femoral, examinada pelo pico de torque isométrico, constatando ser esse um preditor de VO₂ máximo em pacientes com DPOC. Sendo assim, os pacientes apresentaram uma redução da resistência muscular quando comparados com indivíduos saudáveis⁽¹⁾. Uma explicação para essa redução é a anormalidade no metabolismo muscular, o qual apresenta menor atividade oxidativa.⁽⁶⁾

Diversas terapias eletrofísicas estão sendo estudadas para melhorar a força muscular, desempenho funcional e diminuir a fadiga muscular de MMII. Dentre elas, a terapia de fotobiomodulação (TFBM) tem sido adotada para aumentar a vasodilatação no

musculoesquelético, melhorar a circulação colateral, aumentar o nível de oxigênio nesse tecido e aumentar o trifosfato de adenosina (ATP) mitocondrial em músculos periféricos em diferentes doenças.^(2,7-10) Alguns estudos utilizaram combinação de 12 fontes emissoras de luz (laser infravermelho superpulsado, LEDs vermelhos e LEDs infravermelhos) e campo magnético de baixa intensidade para irradiar seis locais diferentes dos músculos extensores do joelho em indivíduos com DPOC.^(7,11,12) Miranda et al.^(15,16) estudaram os efeitos agudos da TFBM ou TFBM combinada com campo magnético, aplicadas em MMII de pacientes com DPOC, no desempenho muscular isocinético. Os pesquisadores observaram que as terapias foram eficientes em aumentar o pico de torque e potência total dos músculos extensores do joelho, além de diminuir a percepção da dispneia e fadiga de MMII, e comprovaram que essas terapias são capazes de diminuir o estresse oxidativo, aumentar a atividade antioxidante e a produção mitocondrial de ATP.

A TFBM de corpo inteiro⁽²⁰⁾ envolvendo grandes grupos musculares nos indivíduos com DPOC ainda não foi estudada, mas presume-se que a TFBM de corpo inteira promova efeitos positivos como uma melhora do desempenho funcional devido à minimização do estresse oxidativo⁽¹⁾, aumento do fluxo sanguíneo local^(7,8) e remoção acelerada de lactato.⁽¹¹⁾ Algumas pesquisas avaliaram os efeitos da TFBM aplicada a diversos grupos musculares (mas não sobre o corpo inteiro) para o aumento de desempenho funcional e melhora da percepção da dispneia e fadiga de MMII por meio da escala de Borg, e os resultados indicaram efeitos positivos sobre o desempenho muscular e uma diminuição na percepção de esforço.^(11,15,16) Souza et al.⁽²⁾ encontraram uma melhora no desempenho funcional avaliada por meio do teste de caminhada de 6 minutos (TC6), após a aplicação da TFBM nos músculos respiratórios.

Diferentes testes funcionais são utilizados para avaliar o desempenho funcional em indivíduos com DPOC e a percepção de dispneia e fadiga de membros MMII⁽¹³⁾, que pode ser continuamente afetada nesses pacientes. O teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL1')^(14,15) e o teste de marcha estacionária de 2 minutos (TME2')⁽¹⁶⁾ sem a necessidade de comandos verbais, uma vez que a execução é contínua e autoexplicativa, permitindo que o paciente realize as ações de forma independente, apenas com instruções iniciais, são relevantes para avaliar o desempenho funcional e a tolerância ao exercício no contexto da reabilitação pulmonar, quando não existe um espaço adequado e tempo necessários para outros testes que possam ser realizados. Outras vantagens quando

comparados a outros testes incluem sua fácil execução, equipamentos viáveis, e são bem tolerados e reprodutíveis em pacientes com DPOC.⁽¹⁶⁾

Ambos os testes são importantes para entender a condição física geral e as necessidades de reabilitação dos pacientes com DPOC.

Com base nestes estudos acreditamos que a TFBM de corpo inteiro pode melhorar o desempenho dos pacientes com DPOC nos testes TSL1' e TME2', minimizando a percepção da dispneia e fadiga de MMII.⁽¹³⁾

Portanto, a hipótese deste estudo é que uma única aplicação de TFBM de corpo inteiro em pacientes com DPOC pode promover uma melhora no desempenho funcional desses pacientes, além de reduzir a percepção de dispneia e fadiga dos MMII relatada após a execução dos testes.

2. Objetivo Geral

Avaliar o efeito agudo da aplicação da TFBM de corpo inteiro na percepção de dispneia e fadiga de MMII após a realização do TSL1' e TME2' em indivíduos com DPOC.

2.1 Objetivos Específicos

Verificar o desempenho funcional, no TSL1' e TME2', após a aplicação da TFBM de corpo inteiro e Placebo.

3. Métodos

3.1 Desenho do estudo

Ensaio clínico cruzado, randomizado e unicego (paciente). O estudo foi realizado no Laboratório de Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFiR) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

3.2 Aspectos éticos

Todos os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes da inclusão na pesquisa, e o estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (parecer no. 6.196.020, C.A.A.E 70262123.3.0000.5504). Também foi registrado no Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) com o número RBR-9vcph8x.

3.3 Participantes e recrutamento

Os pacientes foram consecutivamente recrutados na Unidade Saúde-Escola (USE) da UFSCar, no banco de dados do LEFiR da UFSCar e por meio de cartazes e divulgações em redes sociais. Todos os pacientes tinham diagnóstico de DPOC de acordo com os critérios da *Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD)*⁽¹⁷⁾

3.4 Critérios de Inclusão

Os pacientes incluídos foram de ambos os sexos, com idade acima de 40 anos, com diagnóstico clínico de DPOC, classificado em moderado GOLD 2 ($50\% \leq \text{VEF1} < 80\%$ do previsto) e grave GOLD 3 ($30\% \leq \text{VEF1} < 50\%$ do previsto),⁽¹⁷⁾ clinicamente estáveis, não fumantes e ex-fumantes, sem exacerbações nas últimas quatro semanas, e que não tivessem participado de TFBM de corpo inteiro anteriormente.

3.5 Critérios de Exclusão

Foram excluídos os pacientes diagnosticados com obstrução inespecífica, leve e muito grave, com distúrbios ortopédicos que impedissem a realização dos testes, distúrbios neurológicos crônicos, doença neuromuscular progressiva, tratamento cancerígeno recente, $\text{IMC} \geq 29,9 \text{ kg/m}^2$, sintomas de intolerância ao esforço na avaliação inicial como: frequência respiratória (FR) >35 inspirações por minuto (ipm), sinais de desconforto respiratório, uso de músculos acessórios da inspiração, respiração paradoxal, $\text{SpO}_2 < 85\%$ e $\text{FC} > 120$ batimentos por minuto (bpm) em repouso e respirando em ar ambiente.

4. Procedimentos de randomização e cegamento

A ordem das intervenções foi realizada de modo aleatório por meio de um site (randomization.com). A randomização determinou se a TFBM de corpo inteiro ou Placebo seria administrada durante a primeira aplicação. Durante a segunda aplicação, os participantes receberam o tratamento oposto ao da primeira (TFBM de corpo inteiro ou Placebo). O mesmo procedimento de aleatorização foi feito para realização do TSL1' e TME2'. Os pacientes não foram informados sobre a sequência da aplicação da TFBM de corpo inteiro ou Placebo.

4.1 Protocolo

Os pacientes receberam a aplicação da TFBM de corpo inteiro ou Placebo durante avaliações, com intervalo de 15 dias. Os pacientes foram avaliados por meio dos testes, TSL1' e TME2', sendo registrados o desempenho funcional e a percepção da dispneia e fadiga de MMII, antes e depois dos testes pela escala de Borg CR-10 e pré e pós TFBM ou Placebo. O resumo do protocolo está apresentado na figura 1.

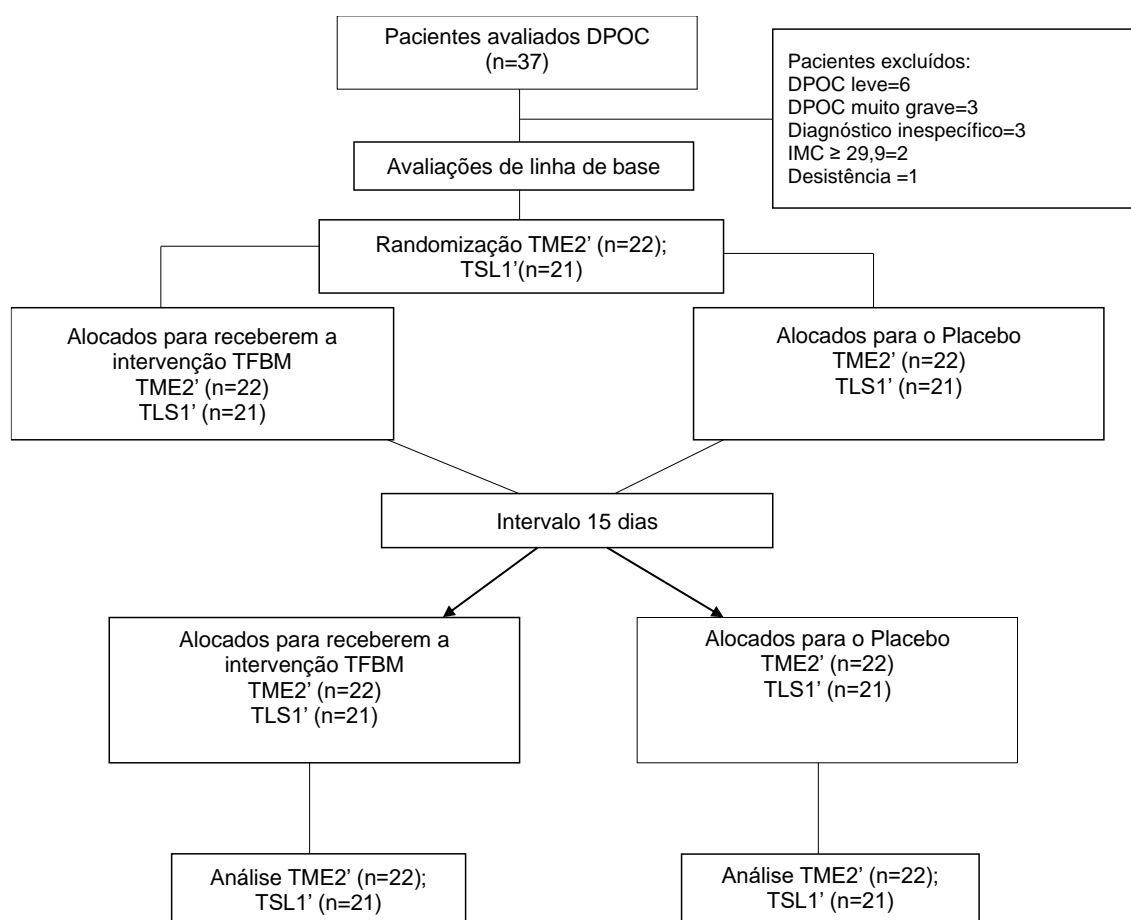


Figura 1: Fluxograma da aplicação da Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) de corpo inteiro e Placebo.

4.2 Desempenho Funcional

4.2.1 Teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL1')

O Teste de Sentar e Levantar é utilizado para avaliar principalmente a força muscular dos MMII e o desempenho funcional de um indivíduo com DPOC. É rápido, prático e um pequeno espaço é o suficiente para a realização do teste. No TSL1' o

indivíduo iniciou a avaliação sentado em uma cadeira (com assento padronizado de 46 cm de altura) com os pés apoiados no chão e os braços cruzados sobre o peito. O paciente era instruído a levantar-se e sentar-se o mais rápido que conseguisse por 1 minuto, não era necessário o paciente encostar as costas no encosto da cadeira, somente as nádegas deveriam ser totalmente apoiadas.^(14,18)

4.2.2 Teste de marcha estacionária de 2 minutos (TME 2')

O TME2' é um teste funcional que avalia a capacidade aeróbica de um indivíduo ao realizar elevações repetidas de cada uma das pernas durante um período de 2 minutos. Apresenta vantagens na praticidade, rapidez e execução, além de um pequeno espaço ser suficiente para sua realização. Para a execução do teste foi demarcado na parede uma altura mínima de elevação do joelho, correspondente ao ponto médio entre a patela e a espinha ilíaca anterossuperior, padronizando a repetição das elevações. O paciente podia descansar durante o teste. No entanto, caso isso ocorresse, o cronômetro era mantido funcionando.⁽¹⁶⁾

4.3 Terapia de fotobiomodulação (TFBM) de Corpo Inteiro

O equipamento de fotobiomodulação de corpo inteiro é composto por seis painéis de 76 LEDs vermelhos (660 – 10 nm, 80 mW cada, a 20 cm de distância) e 74 infravermelhos (850 – 10 nm, 65 mW cada, a 20 cm de distância) totalizando 900 LEDs distribuídos em uma área de 12.193 cm² (1.2193m²). Os participantes foram posicionados a 20 cm de distância do aparelho medido pelo tórax e pela coluna torácica (a nível de T5), e o tempo de irradiação em modo contínuo (sem pulso) correspondeu a 20 min (10min frontal, 10min posterior), apresentando a vantagem de otimizar o tempo de aplicação em grandes grupos musculares. Na tabela 1 estão descritos os parâmetros de irradiação em unidades do equipamento.

Tabela 1: Parâmetros de irradiação da terapia de fotobiomodulação

Comprimento de onda	vermelho	infravermelho
Comprimento de onda central (nm)	660- 10	850-10
Número de LEDs (6 painéis)	456	444
Operação do LED	Contínuo	Contínuo
Densidade de potência (mW/cm ²)	42,24	45,52
Potência radiante (mW)	29,57	31,87
Distância do corpo (cm)	20	20
Tempo de Irradiação (anterior)(min)	10	10
Tempo de Irradiação (posterior (min)	10	10
Densidade de energia (frontal) (J/cm ²)	25,34	27,31
Densidade de energia (posterior) (J/cm ²)	25,34	27,31
Potência radiante média total (mW)	(29,57 + 27,31) = 61,44	
Densidade de potência média total (mW/cm ²)	(42,24 + 45,52) = 87,77	
Densidade de energia média total (J/cm ²)	(25,34 + 27,31) = 52,65	
Área total de seis painéis (cm ²)	12,193	
Distância do medidor de potência (cm)	20	20
Medidor de potência do sensor da área (cm ²)	0.70	0.70

Todos os participantes foram submetidos a uma aplicação de TFBM de corpo inteiro e uma intervenção Placebo (equipamento sem emitir luz). Durante as irradiações da TFBM de corpo inteiro ou Placebo os participantes estavam vestidos apenas de traje de banho (homens 1 peça, mulheres 2 peças) (figura 2). Todos os participantes estavam vendados durante a irradiação das intervenções de TFBM de corpo inteiro ou Placebo. O estudo foi realizado em uma sala climatizada com temperatura de 22 a 24°C. Os pacientes ao receberem o tratamento placebo adotaram os mesmos posicionamentos da TFBM de corpo inteiro, mas os painéis ficaram desligados. Um refletor de 0,5 mW, luz comum, na cor vermelha, foi posicionado na direção do rosto do participante e um som similar ao emitido pelo aparelho durante a TFBM, foi ouvido também durante o tratamento placebo.

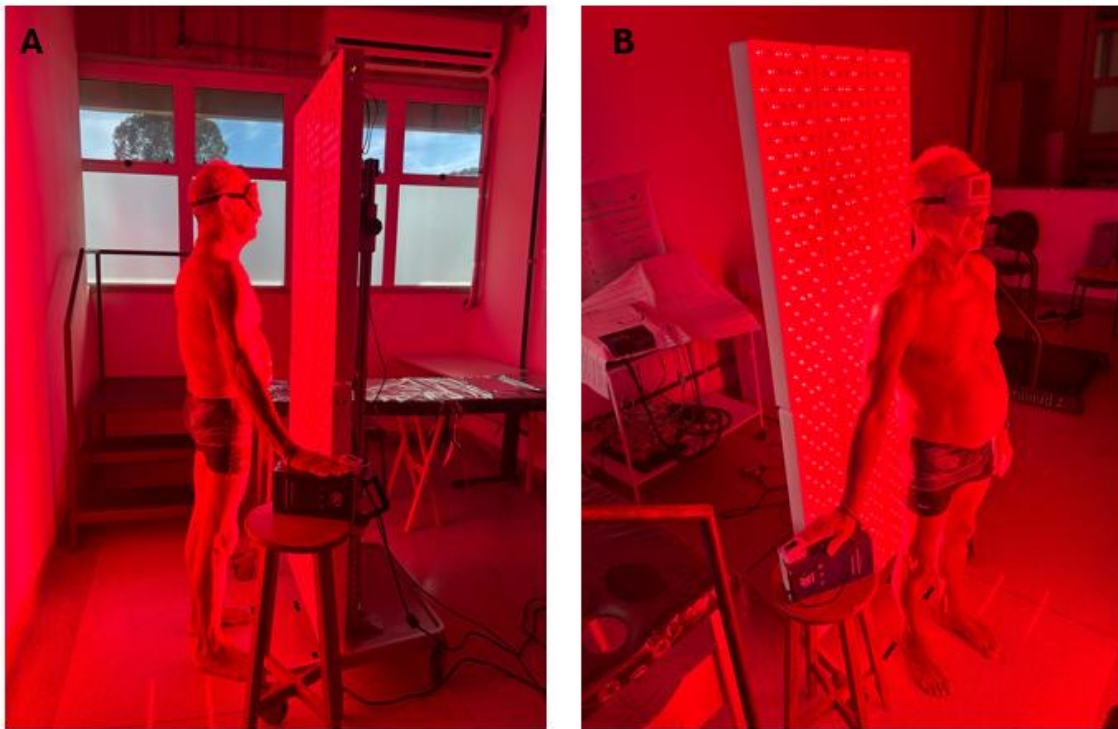


Figura 2: Aplicação da Terapia de Fotobiomodulação de corpo inteiro (TFBM) com posicionamento frontal (A) e posicionamento posterior (B).

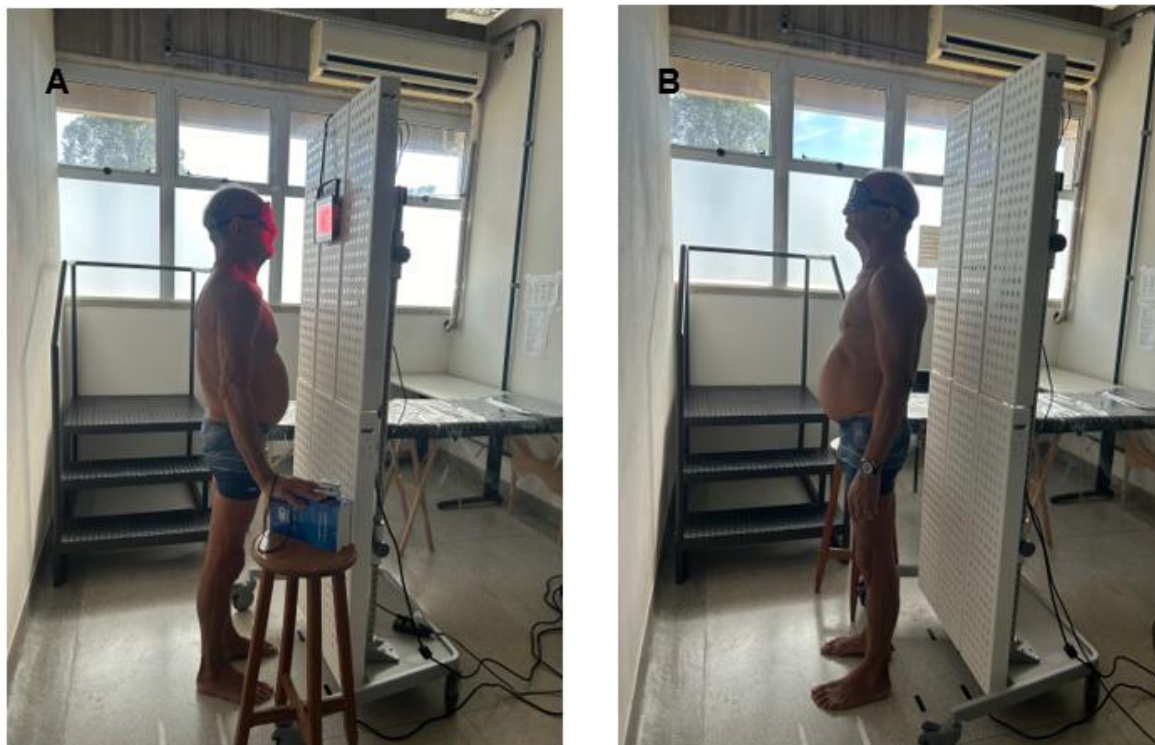


Figura 3: Terapia de Fotobiomodulação de corpo inteiro (TFBM) Placebo com posicionamento frontal (A) e posicionamento posterior (B).

5. Tamanho da Amostra

O tamanho amostral foi calculado a priori assumindo um erro tipo I de 0,05 (5%), um erro tipo II de 0,2 (20%) e tamanho de efeito de 0.70 em test t para diferença entre duas médias dependentes (*matched pairs*) para qualquer variável de desfecho em comparações pré *versus* pós intervenção. Foi calculado um tamanho amostral de 19 participantes por meio do software G*Power (Versão 3.1.9.2; Kiel University, Alemanha). Vale ressaltar que o presente estudo teve o seu desenho experimental do tipo cruzado, ou seja, todos os participantes foram submetidos a ambas as terapias (TFBM e Placebo).

5.1 Análise Estatística

Foi usado o teste de *Shapiro-Wilk*, como teste de normalidade padrão para definição do uso de testes paramétricos ou não paramétricos. Como os dados apresentaram uma distribuição não normal, a comparação dos desfechos intragrupos foram realizadas por meio do teste de Wilcoxon. A comparação intergrupos foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney analisando mediana e intervalo interquartil. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. O tamanho de efeito (d Cohen) foi calculado a partir dos dados coletados para cada grupo (TFBM e Placebo) considerando a médias e desvios-padrão das condições pré e pós intervenção. Foi utilizado o software G*Power para as análises do tamanho de efeito.

6. Resultados

O tamanho amostral calculado a priori se confirmou adequado após as coletas dos dados considerando os seguintes desfechos para o grupo TFBM: dispneia pico no TSL1' (tamanho amostral de 20, tamanho de efeito de 0,66, poder do teste de 0,80); fadiga muscular pico no TSL1' (tamanho amostral de 21, tamanho de efeito 0,65, poder do teste de 0,81); dispneia pico no TME2' (tamanho amostral de 15, tamanho de efeito de 0,80, poder do teste de 0,82), fadiga muscular pico no TME2' (tamanho amostral de 14, tamanho de efeito de 0,82, poder do teste de 0,80) para o grupo TFBM. Neste estudo, houve a exclusão de 1 paciente no TSL1' devido a necessidade de apoio das mãos para a realização do teste. As características dos 22 pacientes (12 mulheres e 10 homens) estão apresentadas na Tabela 2. Segundo os critérios da GOLD ⁽¹⁷⁾, 12 pacientes apresentaram obstrução moderada e 10 pacientes obstrução grave.

Tabela 2: Características dos pacientes

Idade (anos)	65,1±9,01
Sexo feminino, n (%)	12 (65,2)
IMC (kg/m ²)	25,3 ± 3,55
VEF1%previsto	50,59±17,97

IMC: índice de massa corpórea; VEF1: volume expiratório forçado no 1o. segundo

Em relação ao TSL1' encontramos uma diminuição significativa ($p \leq 0,01$) da percepção de dispneia comparando pré e pós TFBM de corpo inteiro ($2,30 \pm 1,74$ vs $1,33 \pm 1,45$) e para os resultados pré e pós Placebo não houve diferença significativa ($2,35 \pm 1,59$ vs $2,23 \pm 1,72$; $p = 0,79$). Analisando os dados de pré intervenções de TFBM de corpo inteiro ou placebo dos pacientes, também não houve diferença significativa ($p = 0,82$), com medianas pré TFBM de 2 (2,3-2) e pré Placebo de 2 (2,3-2). Para as análises de comparação entre os grupos pós-intervenções de TFBM de corpo inteiro ou Placebo, a percepção de dispneia não apresentou diferença significativa. As medianas pós TFBM foram 1 (1,3-1) e pós Placebo foram 3 (3-2), com um $p = 0,90$. A figura 3 ilustra a dispneia pico pré e pós as intervenções.

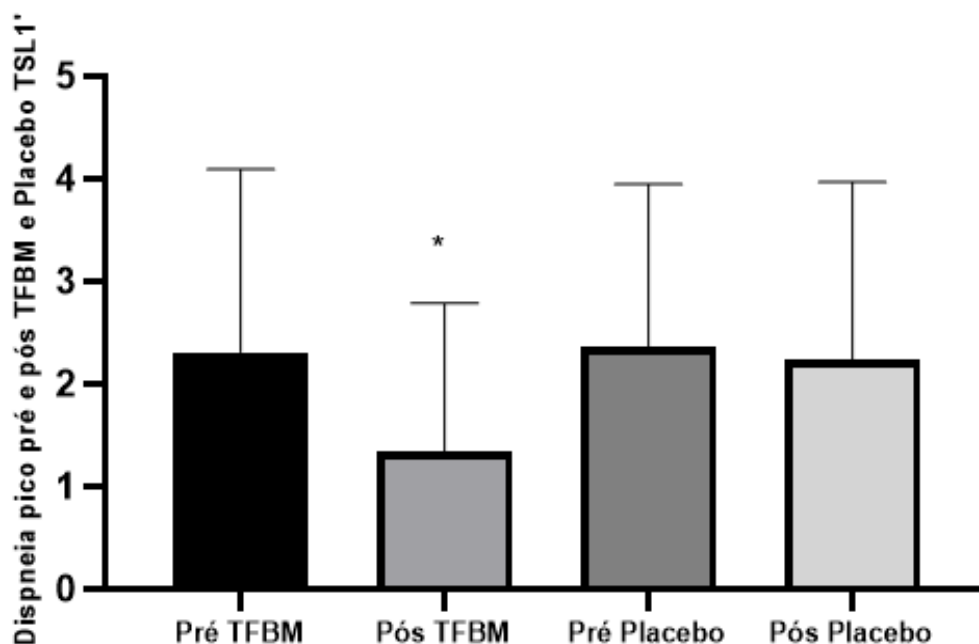


Figura 3: Dispnéia pico no teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL1') pré e pós terapia de fotobiomodulação (TFBM) e Placebo, avaliada pela escala de Borg. *Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < pré Terapia de Fotobiomodulação (TFBM), $p \leq 0,01$.

Os resultados da fadiga muscular de MMII no TSL1', comparada pré e pós a TFBM de corpo inteiro ($1,35 \pm 1,50$ vs $0,57 \pm 1,24$) apresentaram uma diminuição significativa ($p \leq 0,01$). Comparando os resultados pré e pós Placebo a percepção de fadiga de MMII não apresentou diferença significativa ($1,59 \pm 1,30$ vs $1,64 \pm 1,50$; $p = 0,67$). Comparando as análises entre as sessões pré intervenções não tivemos diferenças significativas ($p = 0,64$) com medianas para pré TFBM de corpo inteiro de 1 (1,3-1) e Placebo de 2 (1,5-2). Para a avaliação entre as sessões pós-intervenções houve uma redução significativa ($p \leq 0,01$) favorecendo a TFBM de corpo inteiro comparada ao Placebo com medianas 0 (0,5-0,0) e 2 (1,64-2), respectivamente. A figura 4 mostra a fadiga pico de MMII nas intervenções pré e pós TFBM de corpo inteiro ou Placebo.

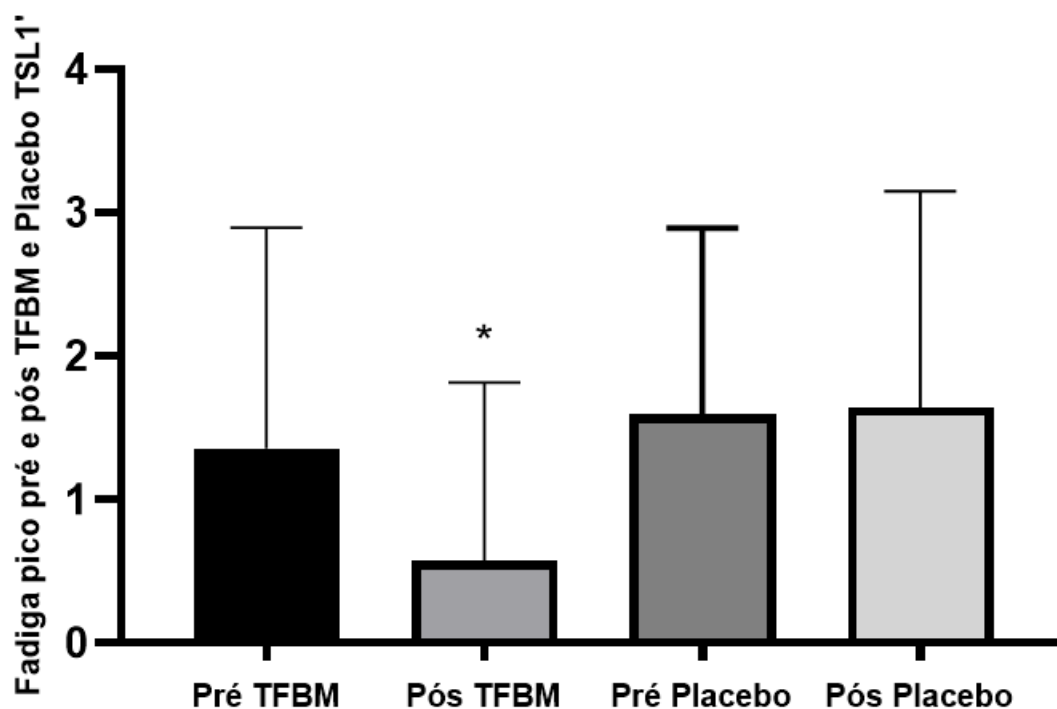


Figura 4: Fadiga pico no teste sentar e levantar de 1 minuto (TSL1') pré e pós Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro (TFBM) e Placebo, avaliada pela escala de Borg. *Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < Pré Terapia Fotobiomodulação (TFBM) $p \leq 0,01$; Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < pós Placebo, $p \leq 0,01$.

No TME2', analisando a dispneia intragrupos, verificou-se diminuição significativa ($p \leq 0,01$) após a aplicação da TFBM de corpo inteiro ($2,61 \pm 1,46$ vs $1,13 \pm 0,97$), e após o Placebo não tivemos diferença significativa ($2,76 \pm 1,43$ vs $2,29 \pm 1,51$; $p = 0,136$). Para as análises das sessões pré intervenções não tivemos diferença significativas ($p = 0,866$) com medianas para pré TFBM de corpo inteiro de 0 (0-0,5) e 0,25 (0-1). Comparando pós intervenções, verificou-se diminuição significativa ($p \leq 0,01$) após a TFBM de corpo inteiro quando comparado com o Placebo, com medianas 1 (0,3-2) e 2 (2-3), respectivamente. Na figura 5 observamos a dispneia no pico do TME2' pré e pós TFBM de corpo inteiro e pré e pós Placebo.

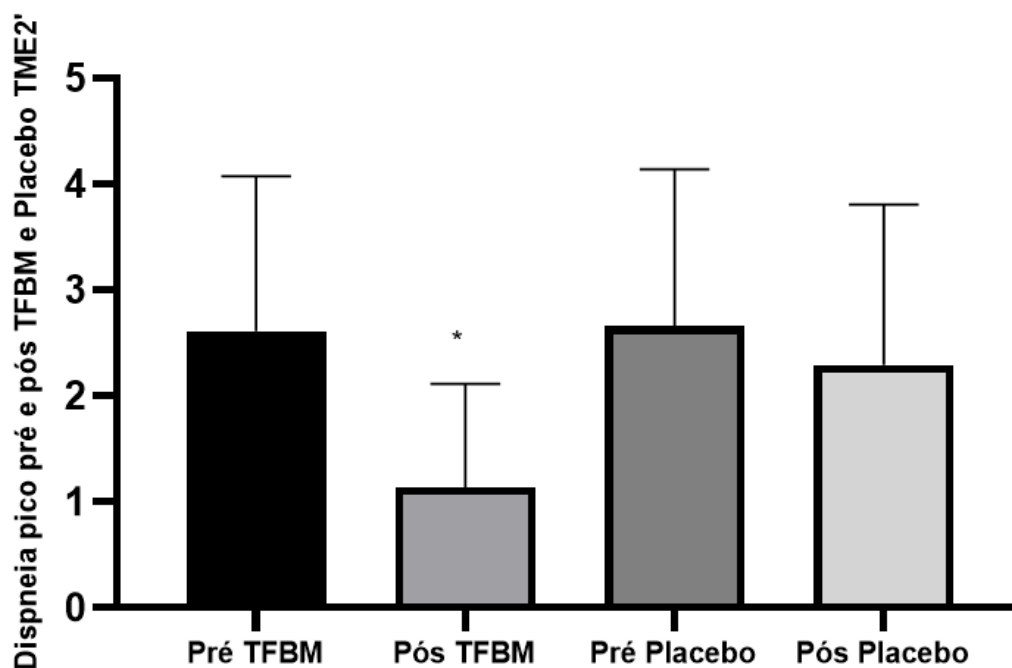


Figura 5: Dispneia pico no teste de marcha estacionária de 2 minutos (TME2') pré e pós TFBM e Placebo, avaliada pela escala de Borg. *Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < Pré Terapia Fotobiomodulação (TFBM) $p \leq 0,01$; Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < pós Placebo, $p \leq 0,01$.

Em relação a percepção de fadiga de MMII no TME2' verificou-se, pré e pós TFBM de corpo inteiro, uma diminuição significativa ($p \leq 0,01$) com médias de $1,88 \pm 1,78$ e $0,70 \pm 0,98$, respectivamente. Para o pré e pós Placebo não tivemos diferença significativa ($p = 0,277$) com médias $2,14 \pm 1,68$ e $2,47 \pm 1,49$, respectivamente. Para os dados intergrupos após aplicação da TFBM de corpo inteiro ou Placebo no TME2', há uma redução significativa para a fadiga nos MMII ($p \leq 0,01$) após a TFBM de corpo inteiro quando comparado com o Placebo, com medianas 1 (0,5-1,75) e 2 (1,25-3), respectivamente. A figura 6 mostra a fadiga no pico do TME2', pré e pós intervenções da TFBM e Placebo.

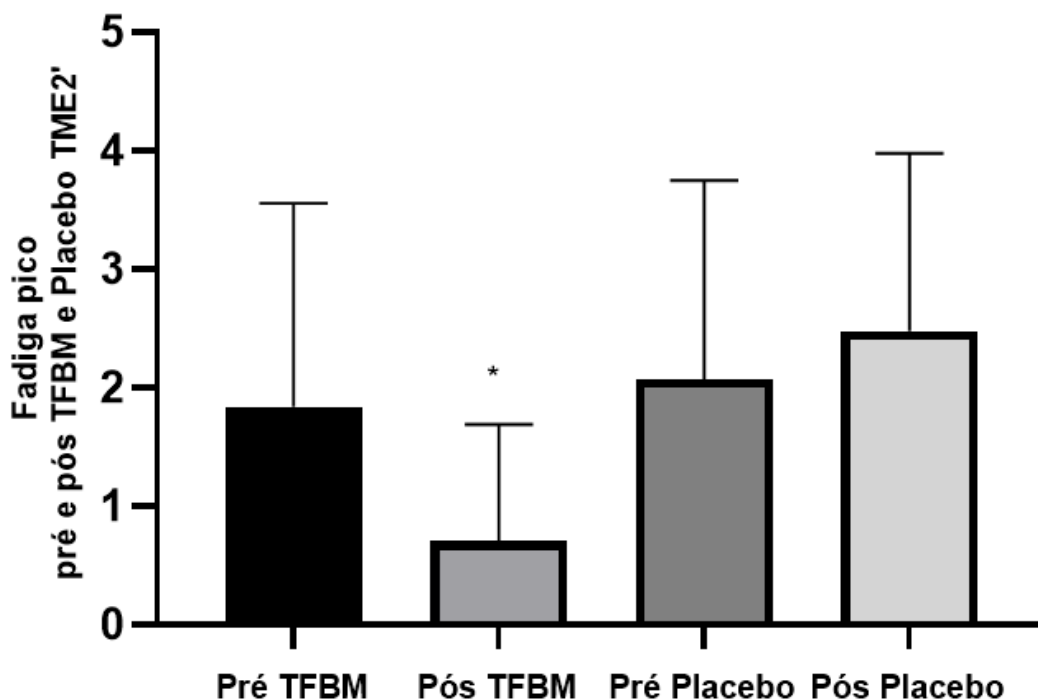


Figura 6: Fadiga pico no teste de marcha estacionária de 2 minutos (TME2') pré e pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) e Placebo, avaliada pela escala de Borg. *Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < Pré Terapia Fotobiomodulação (TFBM) $p \leq 0,01$; Pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) < pós Placebo, $p \leq 0,01$.

A Tabela 3 mostra os resultados do desempenho funcional no TSL1' e TME2'. Na TFBM de corpo inteiro e Placebo, no TSL 1', não houve diferença significativa intragrupo pré e pós TFBM ($p=0,75$) e pré e pós Placebo ($p=0,088$) e, entre os grupos pré TFBM e pré Placebo ($p=0,511$); pós TFBM e pós Placebo ($p=0,088$). No desempenho do TME2' tivemos um aumento significativo ($p \leq 0,01$) somente para o pré e pós TFBM, não ocorrendo diferenças significativas nas outras comparações pré e pós Placebo ($p=0,100$); pós TFBM e pós Placebo ($p=0,341$); pré TFBM e pré Placebo ($p=0,192$).

Tabela 3: Desempenho no teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL1') e teste de marcha estacionária de 2 minutos (TME2') pré e pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) e Placebo

Variável	Pré TFBM	Pós TFBM	Pré Placebo	Pós Placebo
Desempenho TSL1' (repetições)	19,71±4,71	20,76±4,44	19±4,15	18,52±4,49
Desempenho TME2' (elevações)	92,86±25,13	100,23±25,64 *	99,04±25,31	95,18±28,54

*pós Terapia de Fotobiomodulação (TFBM) > pré Terapia de Fotobiomodulação (TFBM), $p \leq 0,01$

7. Discussão

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a analisar os efeitos agudos da TFBM de corpo inteiro em indivíduos com DPOC nos testes TSL1' e TME2'. O principal achado deste estudo foi a diminuição significativa da percepção da fadiga de MMII pela escala de Borg modificada⁽¹³⁾ que ocorreu no TSL1' e TME2'. Além disso, houve redução da percepção da dispneia no TME2' após a TFBM. Observamos também uma melhora no desempenho funcional com um aumento do número de elevações no TME2' após uma única aplicação da TFBM de corpo inteiro.^(14,16)

Uma justificativa para este achado pode ser atribuída ao efeito da TFBM de corpo inteiro na melhora da dispneia e da fadiga dos MMII observada principalmente no TME2' após a aplicação da TFBM. Está bem estabelecido que o desempenho no exercício de pacientes com DPOC está fortemente associado à dispneia, à fraqueza dos MMII e à sarcopenia.⁽²²⁾

Dessa forma, a fadiga da musculatura respiratória⁽²⁾ e a fraqueza de MMII desempenham um papel crucial na manutenção da ventilação adequada durante o exercício. A fadiga ou o comprometimento desses músculos, comuns em pacientes com DPOC⁽²³⁾, podem contribuir significativamente para a limitação do desempenho durante o exercício físico. Alguns mecanismos que podem explicar a melhora do desempenho muscular devido aos efeitos da luz (vermelho e infravermelho) no tecido musculoesquelético já foram abordados em estudos anteriores como a melhora do estresse oxidativo e nitrosativo, aumento do metabolismo mitocondrial (atividade da citocromo c oxidase) independentemente de qualquer possível aquecimento,^(2,24) síntese de adenosina trifosfato (ATP),⁽²⁵⁾ bem como aumento na síntese de glicogênio muscular e proliferação de células musculares, e melhor disponibilidade de oxigênio no tecido muscular.^(2,26) Uma revisão sistemática⁽²⁶⁾ recente encontrou efeitos que dão suporte à aplicação da TFBM em pacientes com DPOC, incluindo a melhora do metabolismo muscular e a promoção da angiogênese. Apesar de ainda não terem estabelecido um protocolo, as evidências atuais sugerem os seguintes parâmetros dosimétricos para (Fotobiomodulação) FBM para efeitos musculares em humanos: comprimento de onda de 630–905 nm e densidade de energia de 1,5–4,5 J/cm². Estudos experimentais em animais relataram que a FBM poderia reduzir a inflamação pulmonar, o recrutamento de neutrófilos e a produção de citocinas pró-inflamatórias em doenças pulmonares inflamatórias, como a DPOC. Os parâmetros dosimétricos para FBM foram variáveis da seguinte forma: comprimento de onda na faixa de 660–830 nm e densidade de energia na faixa de 3–10 J/cm², os quais

podem diminuir as complicações da DPOC, melhorar a tolerância ao exercício e o desempenho funcional.⁽²⁶⁾ Outros estudos mostraram efeitos favoráveis da TFBM na remoção do lactato sanguíneo e redução do processo inflamatório, na melhora da microcirculação periférica e a atividade mitocondrial a ATP.⁽²⁰⁾

Com relação ao resultado do desempenho no TSL1' e TME2', a TFBM de corpo inteiro não resultou em melhoras significativas comparado ao placebo, apesar dos resultados promissores.

Uma consideração relevante entre o estudo atual e ensaios clínicos prévios é o modo de irradiação e a distância, que evoca uma dispersão/reflexão de luz (não medida) que pode diminuir a absorção da luz pelo corpo.⁽²⁰⁾ Desta forma, um ponto importante deste estudo é introduzir pela primeira vez o uso da TFBM de corpo inteiro em indivíduos com DPOC, e a dificuldade de comparar nossos resultados de dispneia, fadiga dos MMII e o desempenho funcional com a aplicação de TFBM de corpo inteiro a estudos anteriores na mesma área de pesquisa, que deve ser melhor investigado quanto aos seus parâmetros de luz (distância do painel, dose, irradiância, tempo de exposição à luz) e seus efeitos quando aplicado como uma terapia contínua, avaliando também o tempo de resposta à luz.

É importante reconhecer algumas limitações deste estudo. Verificamos os efeitos de uma única aplicação de TFBM de corpo inteiro, o que não permite a avaliação dos efeitos a médio e longo prazo ou da sua eficácia quando combinada com um programa de reabilitação pulmonar. Contudo, considerando que se trata de uma terapia não invasiva e de curta duração, a fotobiomodulação pode se mostrar uma terapia adjuvante interessante para os pacientes com DPOC^(2,7), e o presente estudo contribui como ponto de partida para a utilização da TFBM antes das intervenções em pacientes com DPOC, evitando dispneia e fadiga precoce.

8. Conclusão

A TFBM de corpo inteiro reduziu significativamente a fadiga muscular de MMII no TSL1' e no TME2'. Não aumentou significativamente o desempenho funcional no TSL 1' e TME2' quando comparado ao placebo, mas reduziu significativamente a dispneia no TME2' de participantes com DPOC moderada a grave em aplicação única de exposição.

9. Considerações Finais

Embora os resultados deste estudo forneçam evidências preliminares sobre os efeitos de uma única aplicação de TFBM de corpo inteiro, destacamos a necessidade de estudos futuros que avaliem os impactos a médio e longo prazo dessa intervenção, bem como sua eficácia quando integrada a programas de reabilitação pulmonar. Tais investigações poderão complementar os achados aqui apresentados e contribuir para uma melhor compreensão do papel dessa técnica na prática clínica.

Referências:

1. Breunung L, Roberts M. Peripheral muscle dysfunction and chronic obstructive pulmonary disease. *Br J Hosp Med*. janeiro de 2011;72(1):17–21.
2. de Souza GHM, Ferraresi C, Moreno MA, Pessoa BV, Damiani APM, Filho VG, et al. Acute effects of photobiomodulation therapy applied to respiratory muscles of chronic obstructive pulmonary disease patients: a double-blind, randomized, placebo-controlled crossover trial. *Lasers Med Sci*. 1º de julho de 2020;35(5):1055–63.
3. Latimer LE, Constantin-Teodosiu D, Popat B, Constantin D, Houchen-Wolloff L, Bolton CE, et al. Whole-body and muscle responses to aerobic exercise training and withdrawal in ageing and COPD. *Eur Respir J [Internet]*. 1º de maio de 2022 [citado 25 de junho de 2024];59(5). Disponível em: <https://erj.ersjournals.com/content/59/5/2101507>
4. Seymour J, Spruit M, Hopkinson N, Sathiyapala S, Man WC, Jackson A, et al. The Prevalence of Quadriceps Weakness in COPD and the Relationship with Disease Severity. *Eur Respir J*. julho de 2010;36(1):81–8.
5. Gosselink R, Troosters T, Decramer M. Peripheral muscle weakness contributes to exercise limitation in COPD. *Am J Respir Crit Care Med*. março de 1996;153(3):976–80.
6. Serres I, Gautier V, Varray A, Préfaut C. Impaired Skeletal Muscle Endurance Related to Physical Inactivity and Altered Lung Function in COPD Patients. *Chest*. 1º de abril de 1998;113(4):900–5.
7. Miranda EF, Diniz WA, Gomes MVN, de Oliveira MFD, de Carvalho P de TC, Leal-Junior ECP. Acute effects of photobiomodulation therapy (PBMT) combining laser diodes, light-emitting diodes, and magnetic field in exercise capacity assessed by 6MST in patients with COPD: a crossover, randomized, and triple-blinded clinical trial. *Lasers Med Sci*. 1º de junho de 2019;34(4):711–9.
8. Ihsan FRM. Low-Level Laser Therapy Accelerates Collateral Circulation and Enhances Microcirculation. *Photomed Laser Surg*. junho de 2005;23(3):289–94.
9. Oron U, Ilic S, De Taboada L, Streeter J. Ga-As (808 nm) Laser Irradiation Enhances ATP Production in Human Neuronal Cells in Culture. *Photomed Laser Surg*. junho de 2007;25(3):180–2.
10. Passarella S. He-Ne laser irradiation of isolated mitochondria. *J Photochem Photobiol B*. 1º de agosto de 1989;3(4):642.
11. Miranda EF, de Oliveira LVF, Antonialli FC, Vanin AA, de Carvalho P de TC, Leal-Junior ECP. Phototherapy with combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes is beneficial in improvement of muscular performance (strength and muscular endurance), dyspnea, and fatigue sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Lasers Med Sci*. 1º de janeiro de 2015;30(1):437–43.
12. Miranda EF, Leal-Junior ECP, Marchetti PH, Dal Corso S. Acute effects of light emitting diodes therapy (LEDT) in muscle function during isometric exercise in patients with chronic

- obstructive pulmonary disease: preliminary results of a randomized controlled trial. *Lasers Med Sci.* 1º de janeiro de 2014;29(1):359–65.
13. Borg G. Borg's perceived exertion and pain scales. Champaign, IL, US: Human Kinetics; 1998. viii, 104 p. (Borg's perceived exertion and pain scales).
14. Furlanetto KC, Correia NS, Mesquita R, Morita AA, do Amaral DP, Mont'Alverne DGB, et al. Reference Values for 7 Different Protocols of Simple Functional Tests: A Multicenter Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 1º de janeiro de 2022;103(1):20-28.e5.
15. Spruit MA, Pitta F, Garvey C, ZuWallack RL, Roberts CM, Collins EG, et al. Differences in content and organisational aspects of pulmonary rehabilitation programmes. *Eur Respir J.* 1º de maio de 2014;43(5):1326–37.
16. Guedes MBOG, Lopes JM, Andrade A de S, Guedes TSR, Ribeiro JM, Cortez LC de A. Validation of the two minute step test for diagnosis of the functional capacity of hypertensive elderly persons. *Rev Bras Geriatr E Gerontol.* dezembro de 2015;18:921–6.
17. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease - GOLD [Internet]. [citado 1º de agosto de 2024]. 2024 GOLD Report. Disponível em: <https://goldcopd.org/2024-gold-report/>
18. Crook S, Büsching G, Schultz K, Leibert N, Jelusic D, Keusch S, et al. A multicentre validation of the 1-min sit-to-stand test in patients with COPD. *Eur Respir J.* março de 2017;49(3):1601871.
19. Pedrosa R, Holanda G. Correlation between the walk, 2-minute step and TUG tests among hypertensive older women. *Braz J Phys Ther.* junho de 2009;13:252–6.
20. Zagatto AM, Dutra YM, Lira FS, Antunes BM, Faustini JB, Malta E de S, et al. Full Body Photobiomodulation Therapy to Induce Faster Muscle Recovery in Water Polo Athletes: Preliminary Results. *Photobiomodulation Photomed Laser Surg.* dezembro de 2020;38(12):766–72.
21. Nasis I, Kortianou EA, Clini E, Koulouris NG, Vogiatzis I. Effect of Rehabilitative Exercise Training on Peripheral Muscle Remodelling in Patients with COPD: Targeting Beyond the Lungs. <http://www.eurekaselect.com> [Internet]. [citado 27 de julho de 2024]; Disponível em: <https://www.eurekaselect.com/article/48438>
22. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 14 de dezembro de 2012 [citado 27 de julho de 2024]; Disponível em: https://www.atsjournals.org/doi/10.1164/ajrccm.159.supplement_1.99titlepage
23. Wang D, Wang Z, Zhang L, Li Z, Tian X, Fang J, et al. Cellular ATP levels are affected by moderate and strong static magnetic fields. *Bioelectromagnetics.* 2018;39(5):352–60.
24. Ferraresi C, Kaippert B, Avci P, Huang YY, de Sousa MVP, Bagnato VS, et al. Low-level laser (light) therapy increases mitochondrial membrane potential and ATP synthesis in C2C12 myotubes with a peak response at 3-6 hours. *Photochem Photobiol.* março de 2015;91(2):411–6.
25. Linares SN, Beltrame T, Ferraresi C, Galdino GAM, Catai AM. Photobiomodulation effect on local hemoglobin concentration assessed by near-infrared spectroscopy in humans. *Lasers Med Sci.* 1º de abril de 2020;35(3):641–9.
26. Lu YS, Chen YJ, Lee CL, Kuo FY, Tseng YH, Chen CH. Effects of photobiomodulation as an adjunctive treatment in chronic obstructive pulmonary disease: a narrative review. *Lasers Med Sci.* 2023;38(1):56.

APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Conselho Nacional de Saúde (CNS) – Resolução 466/2012

Título do estudo: FOTOBIMODULAÇÃO DE CORPO INTEIRO, DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO E UNI-CEGO, SHAM-CONTROLADO

Pesquisadora responsável: Thais Helena de Paula Michelato

Instituição /Departamento: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde - Departamento de Fisioterapia da UFSCar.

Endereço da pesquisadora responsável: Alameda das Violetas 610 Ap 01, Cidade Jardim - São Carlos /SP

Telefone e e-mail da pesquisadora responsável para contato: (35) 998371889, thaismichelato@estudante.ufscar.br

Pesquisador e Orientador: Prof. Dr. Maurício Jamami

Endereço do pesquisador e Orientador: Rod. Washington Luiz, km 235, São Carlos–SP, CEP 13565-905, Departamento de Fisioterapia.

Telefone e e-mail do pesquisador e Orientador responsável para contato: (16) 33518343, jamami@ufscar.br

Local da coleta de dados: Universidade Federal de São Carlos- UFSCar, Laboratório de Pesquisa em Espirometria e Fisioterapia Respiratória (LEFiR)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa; **“FOTOBIMODULAÇÃO DE CORPO INTEIRO DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO E UNI-CEGO, SHAM-CONTROLADO”** que irá avaliar se a aplicação em uma única sessão de terapia de fotobimodulação de corpo inteiro conhecido pela sigla (TFBM) em pacientes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica conhecida como DPOC, poderá promover melhora na força muscular respiratória e capacidade funcional, com diminuição da dispneia e fadiga relatada durante a execução dos testes.

Embora os pacientes com DPOC sejam mais tendenciosos a terem uma maior diminuição da capacidade funcional, a aplicação da TFBM de corpo inteiro mostra efeitos positivos no metabolismo, reparo tecidual e proliferação celular. Portanto, a proposta do presente estudo é avaliar a funcionalidade com o Teste de sentar e levantar de 5 vezes (TSL5x), Teste de sentar e Levantar de 1 minuto (TSL1') e Teste de Marcha Estacionária de 2 minutos (TME2'), e a força muscular respiratória por meio das pressões respiratórias máximas (PI_{máx} e PE_{máx}), após uma única aplicação de TFBM de corpo inteiro em pacientes com DPOC. Desta forma, queremos avaliar se a TFBM promoverá uma melhora na capacidade funcional avaliada por meio do desempenho no TSL5x, TSL1' e TME2', e se promoverá uma melhora na força muscular respiratória avaliada por meio das PI_{máx} e PE_{máx} e, se a aplicação da TFBM de corpo inteiro em uma única sessão,

ocasiona alterações na saturação periférica de oxigênio (SpO_2), frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAD), e na dispneia e fadiga relatada pelo paciente durante a realização dos testes funcionais.

Além disso, durante a aplicação da TFBM de corpo inteiro, você estará posicionado a 20 cm de distância do aparelho e poderá esquentar um pouco o seu corpo durante a aplicação.

Como você tem acima de 40 anos, do sexo feminino ou masculino e está classificado pela GOLD como um paciente DPOC de moderado (GOLD 2, $50\% \leq VEF1 < 80\%$) ou grave (GOLD 3, $30\% \leq VEF1 < 50\%$), clinicamente estável, não fumante ou ex-fumante, sem ser hospitalizado por conta das obstruções pulmonares nas últimas quatro semanas, e nunca participou de nenhuma sessão de TFBM de corpo inteiro, foi selecionado para participar do estudo. Nós descrevemos, abaixo, como serão realizados todos os procedimentos do estudo para que você entenda e decida se quer ou não participar.

Após seleção pelos critérios de inclusão descritos acima, os (as) participantes receberão aleatoriamente a TFBM de corpo inteiro e a TFBM de corpo inteiro simulado, com um intervalo de 15 dias entre elas, portanto não saberão a ordem das aplicações.

Serão coletados os dados do voluntário(a) (nome, idade, sexo, endereço, estado civil, escolaridade, histórico de tabagismo e etilismo), além de exames que comprovam o diagnóstico de DPOC, especificamente com uma espirometria atualizada dos últimos 6 meses para estadiamento da doença. Antes da aplicação da TFBM de corpo inteiro e após a aplicação, avaliaremos a capacidade funcional com os TSL5x, TSL1'. No TSL5x, o voluntário(a) estará sentado em uma cadeira de 43cm de altura com os braços cruzados sobre o tórax e com as costas apoiadas no encosto da cadeira, a posição sentada será considerada como ponto de partida dos testes e a posição totalmente em pé, será definida como posição ereta do tronco, com quadris e joelhos em extensão e vai sentar-se e levantar-se cinco vezes, o mais rapidamente possível, a partir de uma posição sentada será mensurado o tempo de duração do teste. No TSL1' o voluntário(a) estará sentado em uma cadeira de 43cm de altura com os braços cruzados sobre o tórax e com as costas apoiadas no encosto da cadeira, a posição sentada será considerada como ponto de partida do teste e a posição totalmente em pé, será definida como posição ereta do tronco, com quadris e joelhos em extensão e vai sentar-se e levantar-se, sendo contabilizado quantas vezes o voluntário (a) sentou e levantou durante um minuto. No TME2' o voluntário(a) inicia uma marcha estacionária (sem correr) e será contabilizado o número máximo de elevações do joelho que o voluntário(a) consegue realizar em 2 minutos. A altura mínima do joelho, apropriada na passada, será nivelada em um ponto médio entre a patela e a espinha íliaca ântero-superior. Para avaliarmos sua força muscular respiratória por meio da P_{máx} e da PE_{máx}, colocaremos um clipe no seu nariz e solicitaremos que você realize uma respiração completa, colocaremos o bocal de um aparelho em sua boca e solicitaremos que você inspire ou expire profundamente, com o máximo esforço por três vezes. A mesma sequência dos testes que você realizará antes da TFBM de corpo inteiro será também realizada após a TFBM de corpo inteiro.

Será aplicado o questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*) para avaliar o nível de atividade física do voluntário(a). Antes de iniciar os testes TSL5x, TSL1', TME2', P_{máx}, PE_{máx} e a aplicação da TFBM de corpo inteiro, serão coletados os sinais; frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), saturação periférica de oxigênio (SpO_2) e a presença de dispneia (falta de ar pela escala de Borg).

A aplicação da TFBM de corpo inteiro e TFBM de corpo inteiro simulado será realizada em pé com traje de banho, olhos vendados, aplicada 10 minutos frente e 10 minutos costas.

Logo após serão realizados todos os testes novamente TSL5X, TSL1', TME2', PImáx e PEmáx com os mesmos monitoramentos; FC, FR, PAS, PAD, SpO2 e presença de dispneia (falta de ar pela escala de Borg). Os testes e a aplicação serão interrompidos caso a FC > 120 bpm e SpO2 < 85%.

Após um intervalo de 15 dias, voltará para realizar os mesmos procedimentos, TSL5X, TSL1', TME2', PImáx, PEmáx e a aplicação da TFBM de corpo inteiro ou TFBM de corpo inteiro simulado, definido em sorteio prévio, com os mesmos cuidados e monitoramento citados acima.

É importante lembrá-lo(a) que essa pesquisa oferece alguns desconfortos e riscos, como por exemplo: durante a avaliação e a aplicação da TFBM de corpo inteiro poderão ter alteração do padrão respiratório, tontura, alterações da FC, FR, pressão PAS, PAD, SpO2 e presença de dispneia (falta de ar avaliada pela escala de Borg). Entretanto, em presença de alterações significativas dessas variáveis respiratórias e hemodinâmicas, ocorrerá a interrupção dos procedimentos como medida de proteção e preservação da estabilidade do(a) voluntário(a) e poderá ser acionado o serviço de atendimento médico de urgência (SAMU) caso necessário.

Em relação a TFBM de corpo inteiro, até onde sabemos, não oferece danos à sua saúde, mesmo assim, se algo for detectado interromperemos imediatamente, com base no seu autorrelato para o seu melhor conforto. Em relação aos testes de capacidade funcional e força muscular respiratória, você poderá interrompê-los a qualquer momento. Em relação às perguntas do questionário, te explicaremos caso você tenha dificuldade em respondê-las. Você poderá solicitar a interrupção das avaliações a qualquer momento e por qualquer motivo.

Por meio desse estudo poderemos inferir se a TFBM de corpo inteiro pode colaborar para um melhor desempenho funcional dos pacientes com DPOC e sugerir a continuidade de futuros protocolos com a utilização da TFBM de corpo inteiro, como terapia principal ou coadjuvante em programas de reabilitação pulmonar.

Você não receberá nenhum tipo de remuneração referente a participação nesta pesquisa. Os dados obtidos com esse estudo serão analisados em conjunto com os de outros(as) participantes, sendo divulgados em publicações científicas e eventos dessa natureza. Sua identidade será preservada e confidencial. Você terá direito de ser atualizado(a) sobre os resultados parciais da pesquisa, para isso, entre em contato com a pesquisadora. Você receberá uma via deste documento, na qual consta o nome completo, o telefone e o endereço da pesquisadora, logo no início deste documento facilitando o contato, caso você precise falar conosco.

Após ler o presente documento e ao concordar com o que me foi apresentado, declaro que:

1. Entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar;
2. Sei que poderei interromper as atividades a qualquer momento, sem que haja consequências para mim;
3. Tive acesso ao endereço do laboratório e o telefone para contato com os pesquisadores, descritos;
4. Informaram-me que esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da UFSCar, que tem como objetivo cumprir e fazer cumprir a Resolução 466/12, do CNS;

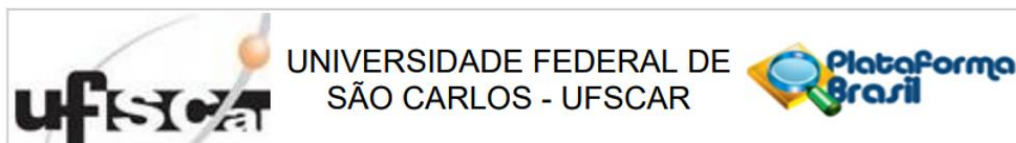
5. Informaram-me sobre o local e funcionamento do CEP da UFSCar: Pró-Reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luiz, Km.235 – Caixa Postal 676 – CEP 13.565- 905 – São Carlos – SP – Brasil. Fone (16) 3351-8028. O horário de atendimento ao público é de segunda à sexta, das 08:00 às 12:00 e das 14:00 às 16:30. Endereço eletrônico:ppgft@ufscar.br

São Carlos, SP ____/____/____

Assinatura da participante: _____ Data / /

Assinatura do responsável pelo estudo: _____ Data / /

ANEXO A- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FOTOBIMODULAÇÃO DE CORPO INTEIRO, DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR OBSTRUTIVA CRÔNICA, ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO CRUZADO E UNI-CEGO, SHAM-CONTROLADO

Pesquisador: THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 70262123.3.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2130899.pdf	05/06/2023 14:39:08		Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoThais.pdf	05/06/2023 14:34:29	THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	05/06/2023 14:27:53	THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	05/06/2023 14:25:02	THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	05/06/2023 14:17:37	THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DPOC_TFBM.pdf	31/05/2023 11:24:15	THAIS HELENA DE PAULA MICHELATO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 22 de Julho de 2023

Assinado por:
Sonia Regina Zerbetto
(Coordenador(a))

ANEXO-B COMPROVANTE SUBMISSÃO DO ARTIGO

Manuscript submitted to Journal of Biophotonics [Caixa de entrada x](#)



Journal of Biophotonics <no-reply@atyporrex.com>
para mim ▾

ter., 20 de ago., 17:51 (há 17 horas)



Traduza para o português



Dear Thais Helena de Paula Michelato Thais,

Your manuscript "Whole-Body Photobiomodulation Therapy in Individuals With Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Randomized, Single-blind Controlled Study" has been successfully submitted and is being delivered to the Editorial Office of *Journal of Biophotonics* for consideration.

You will receive a follow-up email with further instructions from the journal editorial office, typically within one business day. That message will confirm that the editorial office has received your submission and will provide your manuscript ID.

Thank you for submitting your manuscript to *Journal of Biophotonics*.

Sincerely,

The Editorial Staff at Journal of Biophotonics