

Universidade Brasil – Campus Itaquera

Instituto Científico e Tecnológico da Universidade Brasil  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

***EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS  
RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS E  
EX-TABAGISTAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, TRIPLO-CEGO  
E PLACEBO CONTROLADO***

**THALINE DAIANE CASTRILLON MACEDO**

Orientador: Prof. Dr. Cleber Ferraresi

São Paulo, SP  
2020

***ACUTE EFFECTS OF PHOTOBIMODULATION ON  
RESPIRATORY VARIABLES AND FUNCTIONAL CAPACITY IN  
SMOKERS AND EX-SMOKERS: RANDOMIZED, TRIPLE-BLIND AND  
CONTROLLED PLACEBO CLINICAL TRIAL***

**THALINE DAIANE CASTRILLON MACEDO**

**Dissertação de Mestrado  
apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Biomédica da  
Universidade Brasil, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do  
título de Mestre em Engenharia Biomédica.**

Área de Concentração: Sistemas de reabilitação e procedimentos  
terapêuticos

Orientador: Prof. Dr. Cleber Ferraresi

São Paulo, SP  
2020



UNIVERSIDADE  
BRASIL

MACEDO, Thaline Daiane Castrillon

M125e Efeitos agudos da fotobiomodulação sobre variáveis respiratórias e a capacidade funcional em tabagistas e ex-tabagistas: ensaio clínico randomizado, triplo-cego e placebo controlado / Thaline Daiane Castrillon Macedo. -- São Paulo: Universidade Brasil, 2020.  
61 p.: il. color.

Dissertação de Mestrado defendida no Programa de Pós-graduação do Curso de Bioengenharia da Universidade Brasil.  
Orientação: Prof. Dr. Cleber Ferraresi.

1. Tabagismo. 2. Laserterapia. 3. Fotobiomodulação. 4. Função Pulmonar. I. Título.

CDD 620.82



UNIVERSIDADE  
BRASIL



## TERMO DE APROVAÇÃO

THALINE DAIANE CASTRILLON MACEDO

### “EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS E EX- TABAGISTAS”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

Prof.(a). Dr.(a) Cleber Ferraresi (presidente-orientador)

Prof.(a). Dr.(a) Marcello Magri Amaral (UNIVERSIDADE BRASIL)

Prof.(a). Dr.(a) Antonio Roberto Zamuner (UNIVERSIDADE CATÓLICA DEL MAULE – CHILE)

São Paulo, 9 de novembro de 2020  
Presidente da Banca Prof.(a). Dr.(a) Cleber Ferraresi

Houve alteração do Título: sim ( X ) não ( ):

EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS  
RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS  
E EX-TABAGISTAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, TRIPLO-CEGO  
E PLACEBO-CONTROLADO

Rua Carolina Fonseca, 235 – Itaquera - São Paulo - SP - Cep: 08230-030  
(11) 2052-0461



UNIVERSIDADE  
BRASIL



### Termo de Autorização

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **"EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS E EX-TABAGISTAS"**

Houve alteração do Título: sim ( X ) não ( )

EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS  
RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS  
E EX-TABAGISTAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, TRIPLO-CEGO  
E PLACEBO-CONTROLADO

Autor(es):

Discente: **Thaline Daiane Castrillon Macedo**

Assinatura: Thaline Daiane Castrillon Macedo

Orientador(a): **Prof. Dr. Cleber Ferraresi**

Assinatura: Cleber Ferraresi

Coorientador(a):

Assinatura: \_\_\_\_\_

Data: 09/11/2020

Rua Carolina Fonseca, 235 - Itaquera - São Paulo - SP - Cep: 08230-030  
(11) 2052-0461



UNIVERSIDADE  
BRASIL

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. Dedico também às pessoas que sempre estiveram ao meu lado pelos caminhos da vida, me acompanhando, apoiando e principalmente acreditando em mim: Meus pais José e Dunia, minha irmã Thalissa e meu noivo Gabriel. Às pessoas que sempre foram e serão exemplos de caráter e dignidade: Avôs Eloi e José, Avós Zaira e Geni, madrinha Hilda, tios, tias e primos. Enfim, dedico a todos que acreditaram em mim.



## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus, pai misericordioso que sempre esteve do meu lado me dando coragem, resistência e perseverança para enfrentar as dificuldades.

Aos meus pais Dunia e Macedo, que são à base de tudo em minha vida. A minha mãe pela confiança que sempre depositou em mim e pela sua sabedoria nos momentos mais difíceis de nossas vidas. Ao meu pai que sempre esteve do meu lado com muito amor e carinho. A minha querida irmã Thalissa que apesar dos conflitos que tivemos ao longo de nossas vidas, sempre foi minha confidente e amiga, me ajudando sempre que necessitei de seu apoio.

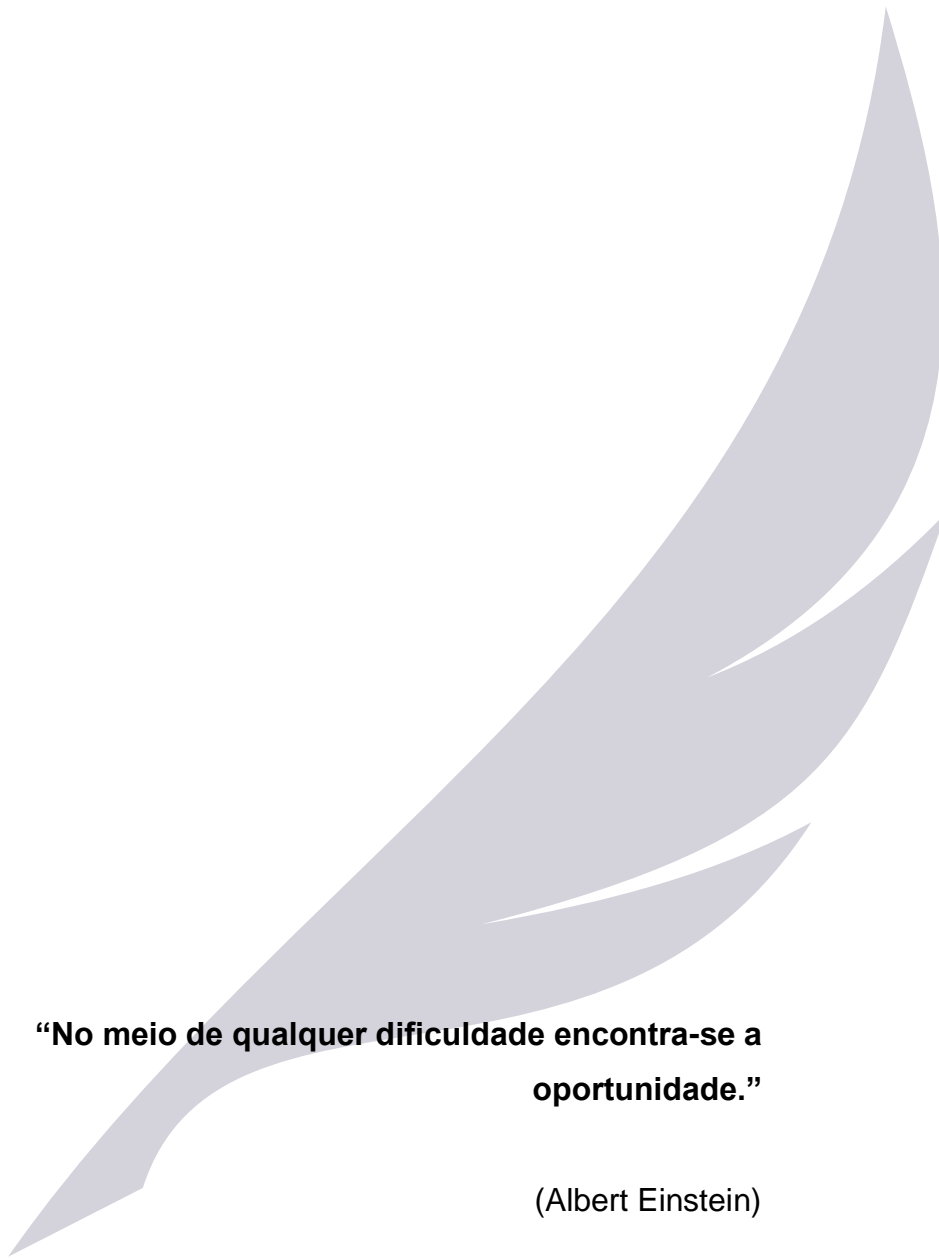
A minha família querida que sempre me apoiaram nessa jornada de minha vida. Ao meu amigo e noivo, Gabriel, por toda caminhada que fizemos juntos até hoje, pela paciência e compreensão.

A todos os Professores/Doutores do curso, que foram tão importantes nesta jornada acadêmica, em especial a meu orientador Prof. Dr. Cleber Ferraresi, que foi essencial no desenvolvimento desta dissertação, me direcionando na execução deste trabalho sempre com tanto profissionalismo.

Simplesmente, agradeço a todos que me deram força para que eu alcançasse mais essa vitória, meu muito obrigado!



UNIVERSIDADE  
BRASIL



**“No meio de qualquer dificuldade encontra-se a  
oportunidade.”**

(Albert Einstein)



## RESUMO

**Introdução:** O tabagismo além de afetar a funcionalidade dos músculos respiratórios, pode aumentar a resistência ao fluxo aéreo e reduzir a capacidade funcional do indivíduo, prejudicando sua qualidade de vida. A fotobiomodulação (FBM) tem ganhado destaque por se demonstrar um recurso eficaz em promover a melhora do desempenho muscular de atletas e diante de algumas doenças. Entretanto, são escassos na literatura estudos sobre os efeitos agudos da FBM sobre variáveis respiratórias e a capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

**Objetivos:** Avaliar os efeitos agudos da FBM aplicada aos músculos respiratórios, sobre a função pulmonar e força muscular respiratória. **Material e métodos:** Foi realizado um ensaio clínico randomizado, cruzado, triplo cego e placebo-controlado. Participaram do estudo 16 voluntários, sendo 10 fumantes e 06 ex-fumantes. Todos os voluntários foram submetidos, aleatoriamente, a duas sessões de intervenção: 1) uma sessão de FBM efetiva aplicada à região dos principais músculos respiratórios por meio de um cluster de 69 LEDs (*light-emitting diodes*) com potência total de 690 mW e energia total de 62 Joules, contendo 35 LEDs na faixa do vermelho ( $630 \pm 10$  nm; 10 mW;  $0,2 \text{ cm}^2$ ; 31,5 J) e 34 LEDs na faixa do infravermelho ( $830 \pm 20$  nm; 10 mW;  $0,2 \text{ cm}^2$ ; 30,6 J); tempo de irradiação em cada região de tratamento foi de 90 segundos. 2) uma sessão de FBM placebo, na qual foram seguidos os mesmos procedimentos da sessão efetiva, porém o equipamento não emitiu luz. Todos os voluntários foram avaliados em 3 momentos: 1) pré intervenção, 2) 1 hora após a intervenção e 3) 24 horas após a intervenção. Foi realizado um *washout* de uma semana entre as sessões de FBM e placebo. Todos os voluntários foram submetidos à avaliação da função pulmonar, por meio de espirometria, mobilidade toracoabdominal por meio de cirtometria nos níveis axilar, xifoideano e abdominal. Nos momentos pós-intervenção também foram avaliados a capacidade funcional por meio do teste de caminhada de 6 minutos. Para a análise dos dados foi adotado um nível de significância de 5%. **Resultados:** Não houve diferenças significativas para nenhuma das variáveis de desfecho espirométricas, cirtometria e TC6 minutos ( $p > 0,05$ ) na comparação entre os grupos. **Conclusão:** os principais resultados deste estudo mostraram que uma única sessão de FBM com os parâmetros utilizados, aplicada sobre os músculos respiratórios não foi eficaz em melhorar a função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade toracoabdominal e capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

**Palavras-chave:** Tabagismo, Laserterapia, Fotobiomodulação, Função Pulmonar.



## ABSTRACT

**Introduction:** Smoking, in addition to affecting the functionality of the respiratory muscles, can increase resistance to airflow and reduce the individual's functional capacity, impairing their quality of life. Photobiomodulation (FBM) has gained prominence for being an effective resource in promoting the improvement of muscle performance in athletes and in the face of some diseases. However, studies on the acute effects of FBM on respiratory variables and functional capacity in smokers and ex-smokers are scarce in the literature. **Objectives:** To evaluate the acute effects of FBM applied to respiratory muscles, on lung function and respiratory muscle strength. **Material and methods:** A randomized, crossover, triple blind and placebo-controlled clinical trial was conducted. 16 volunteers participated in the study, 10 smokers and 06 ex-smokers. All volunteers were randomly subjected to two intervention sessions: 1) an effective FBM session applied to the region of the main respiratory muscles through a cluster of 69 LEDs (light-emitting diodes) with a total power of 690 mW and energy total of 62 Joules, containing 35 LEDs in the red range ( $630 \pm 10$  nm; 10 mW; 0.2 cm<sup>2</sup>; 31.5 J) and 34 LEDs in the infrared range ( $830 \pm 20$  nm; 10 mW; 0.2 cm<sup>2</sup>; 30.6 J); irradiation time in each treatment region was 90 seconds. 2) a placebo FBM session, in which the same procedures as the effective session were followed, but the equipment did not emit light. All volunteers were assessed at 3 times: 1) pre-intervention, 2) 1 hour after the intervention and 3) 24 hours after the intervention. A one-week washout was performed between the FBM and placebo sessions. All volunteers underwent pulmonary function assessment using spirometry, thoracoabdominal mobility using axillary, xiphoid and abdominal levels. In the post-intervention moments, functional capacity was also assessed using the 6-minute walk test. For data analysis, a 5% significance level was adopted. **Results:** There were no significant differences for any of the variables of spirometric outcome, cirtometry and 6MWT minutes ( $p > 0.05$ ) in the comparison between groups. **Conclusion:** the main results of this study showed that a single FBM session with the parameters used, applied to the respiratory muscles was not effective in improving lung function, respiratory muscle strength, thoracoabdominal mobility and functional capacity in smokers and ex-smokers.

**Keywords:** Smoking, Laser therapy, Photobiomodulation, Lung function.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> : Esquematização dos possíveis mecanismos de ação da FBM com laser nos comprimentos de onda vermelho e infravermelho.....	21
<b>Figura 2</b> : Fluxograma do desenho experimental dos dois estudos realizados .....	25
<b>Figura 3</b> : Voluntário na realização da prova de função pulmonar .....	29
<b>Figura 4</b> : Curvas fluxo-volume e volume-tempo obtidas pela espirometria .....	30
<b>Figura 5</b> : Realização do teste de caminhada de 6 minutos (TC6).....	31
<b>Figura 6</b> : Dispositivo emissor de luz composto por um arranjo de LEDs (light-emitting diodes) de baixa intensidade, contendo 35 LEDs na faixa do vermelho e 34 LEDs na faixa do infravermelho próximo.....	32
<b>Figura 7</b> : Ilustração do posicionamento do cluster em região de músculos respiratórios para aplicação da fotobiomodulação efetiva e placebo.....	34
<b>Figura 8</b> : Aplicação da fotobiomodulação em músculos respiratórios no voluntário..	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Parâmetros ópticos do dispositivo emissor de luz e da fotobiomodulação por LEDs ( <i>light-emitting diodes</i> ).....	32
<b>Tabela 2:</b> Valores médios±desvio padrão das características antropométricas e clínicas dos voluntários fumantes na linha de base. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). .....	35
<b>Tabela 3:</b> Valores médios±desvio padrão das características antropométricas e clínicas dos voluntários ex-fumantes na linha de base. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). .....	36
<b>Tabela 4:</b> Classificação do nível de atividade física por grupo. Valores expressos em percentual. ....	36
<b>Tabela 5:</b> Variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos (TC6) dos voluntários fumantes n =10, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, na linha de base, 1 hora após intervenção (pós 1 h) e 24 h pós-intervenção (pós 24 h). Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). Avaliação intergrupos após aplicação da terapia efetiva e Sham. ....	38
<b>Tabela 6:</b> Variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos (TC6) dos voluntários ex-fumantes n =06, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, na linha de base, 1 hora após intervenção (pós 1 h) e 24 h pós-intervenção (pós 24 h). Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). Avaliação intergrupos após aplicação da terapia efetiva e Sham. ....	40
<b>Tabela 7:</b> Variáveis do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), voluntários fumantes n =10, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, 01 hora e 24 horas após intervenção, Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), SPO <sub>2</sub> (saturação de oxigênio) e escala de Borg. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). ....	41
<b>Tabela 8:</b> Variáveis do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), voluntários ex-fumantes n =06, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, 01 hora e 24 horas após intervenção, Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), SPO <sub>2</sub> (saturação de oxigênio) e escala de Borg. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). ....	43

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SIMBOLOS

<b>%</b>	Porcentagem
<b><math>\lambda</math></b>	Comprimento de onda
<b>ATP</b>	Adenosina trifosfato
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro quadrado
<b>CVF</b>	Capacidade vital forçada
<b>DPOC</b>	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
<b>FBM</b>	Fotobiomodulação
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>FMR</b>	Força muscular respiratória
<b>IPAQ</b>	Questionário Internacional de Atividade Física
<b>J</b>	Joules
<b>Kg</b>	Quilogramas
<b>LEDs</b>	<i>Light-emitting diodes</i> (diodos emissores de luz)
<b>LEDT</b>	LED therapy (LED terapia)
<b>LLLt</b>	<i>Low-Level Laser Therapy</i> (Terapia com laser de baixa intensidade)
<b>LLLT</b>	<i>Low-Level Light Therapy</i> (Terapia com luz de baixa intensidade)
<b>LT</b>	<i>Laser therapy</i> (Laser terapia)
<b>m</b>	Metros
<b>mW</b>	miliWattt
<b>nm</b>	nanômetro
<b>PA</b>	Pressão arterial
<b>SPO<sub>2</sub></b>	Saturação de Oxigênio
<b>TC6</b>	Teste de caminhada de seis minutos
<b>TCLE</b>	Termo de consentimento livre e esclarecido
<b>TFBM</b>	Terapia por Fotobiomodulação
<b>VEF1</b>	Volume expiratório forçado no primeiro segundo



UNIVERSIDADE  
BRASIL

**VEF1/CVF** Índice de Tiffeneau” - Razão entre VEF1 e CVF

**VVM** Ventilação voluntária Máxima

**WHO** *World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde)



## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	16
2	OBJETIVOS.....	19
2.1	Objetivo geral.....	19
2.2	Objetivos específicos .....	19
3	REVISÃO DA LITERATURA .....	20
3.1	Fotobiomodulação (FBM).....	20
3.2	Tabagismo.....	22
4	JUSTIFICATIVA.....	22
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1	Delineamento do estudo .....	24
5.2	Participantes, recrutamento e seleção da amostra.....	26
5.3	Procedimentos experimentais .....	27
5.3.1	Avaliação Inicial .....	27
5.3.2	Variáveis de desfecho.....	27
6	INTERVENÇÃO .....	32
6.1	Fotobiomodulação (FBM).....	32
6.2	Procedimento placebo .....	33
7	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
8	RESULTADOS.....	35
9	DISCUSSÃO.....	46
10	CONCLUSÃO .....	48
	REFERÊNCIAS.....	49
	APÊNDICE.....	54
	ANEXOS .....	58
	ANEXO 1 – Parecer do comitê de ética.....	58
	ANEXO 2 – Termo de consentimento livre e esclarecido .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2004) fumante é todo indivíduo que, por ocasião do inquérito, tenha fumado qualquer tipo ou quantidade de tabaco diariamente há pelo menos seis meses.

Fumantes e ex-fumantes podem ter a força muscular respiratória (FMR) alterada devido a modificações no mecanismo de defesa pulmonar com menor remoção mucociliar, e produção excessiva de muco (ARAÚJO et al., 2004), podendo levar a um padrão obstrutivo, com aumento na resistência das vias aéreas (RUAS et al., 2013). Nesse contexto, sabe-se que o principal fator desencadeante da Doença Pulmonar obstrutiva Crônica (DPOC) é o tabagismo (SOUSA et al., 2011). Essa doença é caracterizada por limitação ao fluxo aéreo, persistente e progressiva, resultante da resposta inflamatória anormal das vias aéreas e pulmões, geralmente decorrente da inalação de partículas nocivas como as provenientes do tabaco (*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Pocket guide to COPD diagnosis, management and prevention.*, 2016; GOULART CDA et al., 2016).

A fumaça do cigarro é uma mistura complexa de milhares de compostos químicos, incluindo espécies reativas de oxigênio (EROS) e outros oxidantes (TAITO et al., 2011), podendo trazer danos ao organismo (PRETTO et al., 2016). Como defesa, o organismo humano possui enzimas antioxidantes como a superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase e glutathione reductase. Porém, esse sistema é superado pelo aumento de EROS vindo da fumaça do tabaco, causando aumento de EROS e a redução dos níveis de antioxidantes séricos que combate o estresse oxidativo (AYCICEK; EREL e KOCYIGIT, 2005; POLIDORI et al., 2003). Como resultado, o tabagista possui níveis altos de EROS nas vias aéreas, o que pode levar à inflamação e maior liberação de proteases, acarretando perda parcial da função pulmonar (JÚNIOR et al., 2005).

Nesse contexto, a mensuração da FMR dos fumantes e ex-fumantes torna-se de extrema relevância e pode ser realizada por meio da espirometria, ferramenta importante que é utilizada na avaliação diagnóstica de sintomas respiratórios gerais

ou limitação aos esforços, medindo o volume e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas ou lentas (TRINDADE; SOUSA e ALBUQUERQUE, 2015). Além disso, a espirometria também auxilia na prevenção de doenças respiratórias e permite mensurar o grau de comprometimento das vias aéreas, comparando os resultados obtidos no teste com os valores de referência (TRINDADE; SOUSA e ALBUQUERQUE, 2015).

O tabagismo pode reduzir em até 12% a capacidade aeróbica do indivíduo devido a maior concentração de monóxido de carbono (CO) no sangue (GARCIA e TEIXEIRA, 1989; COSTA et al., 2006) e maior suprimento sanguíneo da musculatura com CO durante o exercício físico, levando a limitação da capacidade funcional (COSTA et al., 2006; VELLOSO e DRUMOND, 2004). Estudos prévios já observaram que tabagistas apresentam menor tolerância ao esforço físico por meio de avaliação obtida com o teste de caminhada de seis minutos (TC6) (TRISLTZ et al., 2017), que é uma avaliação prática e simples do nível submáximo da capacidade funcional para as atividades de vida diária (SOLWAY et al., 2001). Os mecanismos fisiológicos para os tabagistas diminuírem sua tolerância ao exercício assemelham-se àqueles relacionados aos pacientes DPOC, ou seja, apresentam perda de massa muscular, alterações nas fibras dos músculos respiratórios e no fluxo sanguíneo, além de desenvolverem acidose láctica precoce durante o exercício (predominância do metabolismo anaeróbio láctico) também contribuem para a intolerância ao exercício físico (NICI et al., 2006).

De acordo com FERRARESI; HUANG e HAMBLIN (2016) a fotobiomodulação (FBM) fornece vários benefícios para o tecido muscular, como evidenciado por vários estudos realizados *in vitro*, *in vivo* e em ensaios clínicos, tendo ganhado destaque por se demonstrar eficaz em melhorar o desempenho muscular, como na redução da fadiga em atletas e não atletas. Existem diversos mecanismos de ação descritos na literatura que reportam como a FBM pode ser benéfica para melhorar a função muscular diante do exercício físico (FERRARESI; HAMBLIN e PARIZOTTO, 2012). Dentre esses mecanismos, destacamos o combate ao estresse oxidativo e nitrosativo, (FERRARESI; HAMBLIN e PARIZOTTO, 2012) aumento do metabolismo mitocondrial e da síntese de adenosina trifosfato

(ATP)(FERRARESI et al., 2015a), bem como o aumento da síntese de glicogênio muscular e da proliferação de células musculares (FERRARESI et al., 2015b).

Além da melhora da função mitocondrial, outros mecanismos podem estar envolvidos na ação da FBM em reduzir a fadiga e melhorar o desempenho muscular, incluindo a modulação positiva dos canais de cálcio, a melhora na formação de pontes cruzadas (actina-miosina) para produzir força contrátil, e aumento da atividade da bomba de sódio e potássio para reduzir o excesso de potássio extracelular garantido a despolarização da fibra muscular em exercícios contínuos (FERRARESI; HAMBLIN e PARIZOTTO, 2012).

Entretanto, ainda são incipientes na literatura estudos que propuseram a utilização da FBM para a melhora do desempenho dos músculos respiratórios e testes funcionais em indivíduos com algum grau de comprometimento pulmonar (MIRANDA et al., 2014; MIRANDA et al., 2015; de Souza et al.; 2019) e, ao nosso conhecimento, nenhum estudo avaliou o efeito da FBM aplicada em músculos respiratórios de tabagistas e ex-tabagistas.

Diante do exposto e considerando que a FBM é um recurso terapêutico não invasivo e não farmacológico, indolor e de relativo baixo custo, torna-se relevante a condução de mais ensaios clínicos que envolvam a aplicação dessa terapia para investigar seus efeitos agudos sobre os músculos respiratórios, sobretudo a função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

A hipótese do presente estudo foi que a aplicação da FBM em músculos respiratórios promove a melhora da função pulmonar, força muscular respiratória e capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar os efeitos agudos da FBM, aplicada aos músculos respiratórios, sobre variáveis respiratórias e capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

### **2.2 Objetivos específicos**

Avaliar os efeitos agudos da FBM aplicada aos músculos respiratórios, sobre a função pulmonar e força muscular respiratória por meio de espirometria, mobilidade tóracoabdominal por meio de cirtometria, capacidade funcional pelo teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e respostas hemodinâmicas verificadas durante o TC6 min através da verificação da Pressão Arterial Sistólica e Diastólica, Frequência Cardíaca, Saturação de Oxigênio e Percepção subjetiva de esforço (escala de Borg) em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

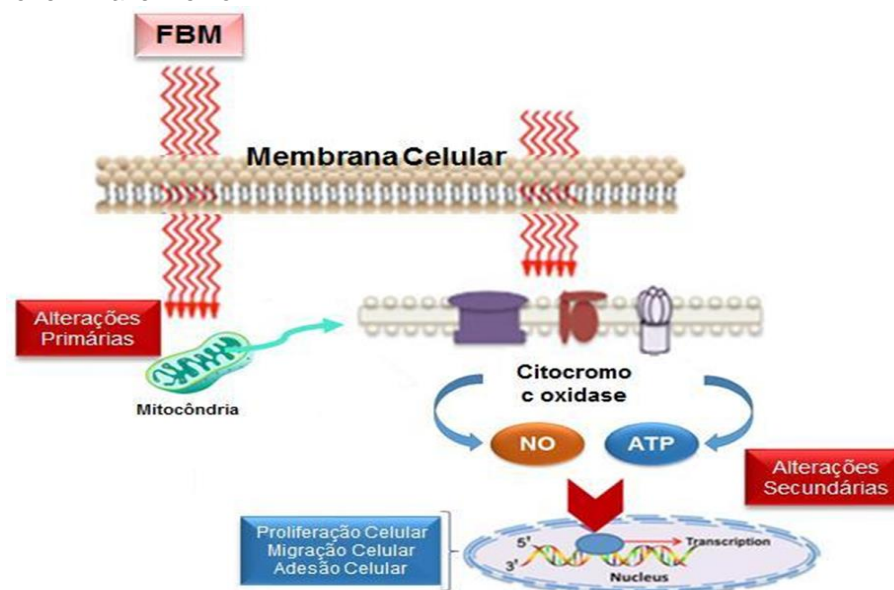
#### 3.1 Fotobiomodulação (FBM)

A FBM pode ser caracterizada como uma forma de terapia que utiliza formas não ionizantes de fontes de luz (ANDERS; LANZAFAME e ARANY, 2015). É uma intervenção não farmacológica que utiliza a luz com um espectro mais amplo que varia de visível a infravermelho por meio de diodos emissores de luz (LEDs) ou lasers (HUANG et al., 2011). A luz visível é a porção do espectro eletromagnético cuja radiação é composta por fótons capazes de sensibilizar o olho humano. Cada cor apresenta um comprimento de onda (Figura 1).

Ao longo dos anos, distintas terminologias foram usadas para nomear a irradiação com luz no tecido biológico, como “Terapia com laser de baixa intensidade” (*Low-Level Laser Therapy – LLLT*), “Terapia com luz de baixa intensidade” (*Low-Level Light Therapy – LLLT*), “Laser terapia” (*Laser therapy – LT*), e recentemente com o desenvolvimento do LED (*light-emitting diode*) é comum a utilização do termo “LED terapia” (*LED therapy – LEDT*) (ANDERS; LANZAFAME e ARANY, 2015). Depois de décadas com o uso de diferentes nomenclaturas, em um consenso de pesquisadores da área, optou-se por utilizar o termo fotobiomodulação (FBM), quando se está investigando os efeitos da luz em um processo biológico, ou Terapia por Fotobiomodulação (TFBM), quando o estudo se refere ao uso da luz como terapia (HEISKANEN e HAMBLIN, 2018; HAMBLIN, 2019).

A absorção das partículas de luz (fótons) ocorre por intermédio de cromóforos endógenos, e como efeito ocorre transformação de energia luminosa em energia química dentro da membrana plasmática ou organela citoplasmática (REDDY, 2004). Assim, a luz absorvida no tecido interage com a mitocôndria celular, promovendo mudanças estruturais como o aumento do tamanho da mitocôndria e metabólicas como o aumento da atividade de enzimas oxidativas, aumentando dessa forma a síntese de adenosina trifosfato (ATP) para os processos metabólicos, conforme ilustra na figura 1 (MANTEIFEL e KARU, 2005).

**Figura 1** : Esquematização dos possíveis mecanismos de ação da FBM com laser nos comprimentos de onda vermelho e infravermelho



Fonte: Modificada de OTTERÇO et al.,2018

As células ou tecidos expostos à luz de comprimento de onda vermelho ou infravermelho próximo (até 1000 nm), com baixas potências evita o efeito térmico e caracteriza o efeito fotoquímico e fotoelétrico desta terapia (CHUNG et al., 2012). As alterações celulares e moleculares que ocorrem nesta terapia são responsáveis por desencadear os efeitos terapêuticos da fotobiomodulação, ou seja, efeitos analgésicos, bioestimulante e modulação do processo inflamatório (HAMBLIN, 2010).

A FBM tem sido utilizada antes, durante e depois de protocolos envolvendo exercícios físicos. Têm sido criadas hipóteses que associam a FBM a melhoras em atividades que envolvam a resistência e força muscular (FERRARESI et al., 2012).

Dentre os parâmetros de irradiação da FBM, a penetração efetiva da luz no tecido e o comprimento de onda ( $\lambda$ ) da luz absorvida são os mais importantes (HUANG et al., 2011). A escolha de parâmetros para a aplicação clínica da FBM ainda é um desafio, o comprimento de onda e dose de luz devem ser adequados para o tipo de tratamento (FERRARESI; HUANG e HAMBLIN, 2016).

### 3.2 Tabagismo

No Brasil, 30 milhões de pessoas com mais de 15 anos são fumantes, sendo a maior parcela composta por indivíduo do sexo masculino, o que contribui para 200 mil óbitos ao ano (DANTAS et al., 2015). O tabagismo é um agente externo agressor ao sistema respiratório, provocando aumento de células de defesa locais, como monócitos, linfócitos, eosinófilos, leucócitos e neutrófilos, podendo gerar um quadro de inflamação crônica (YASUE et al., 2006). Tal condição gera uma resposta inflamatória anormal nos pulmões, perda de massa e disfunção muscular esquelética, podendo predispor ao desenvolvimento da DPOC (KRUGER et al., 2018). Estima-se que, no mundo, a prevalência da DPOC é de 9 a 10% da população acima dos 40 anos, sendo maior em fumantes e ex-fumantes do que em não fumantes (MARCHIORI et al., 2010).

Alguns componentes da fumaça são irritantes, outros exercem efeitos tóxicos nas vias aéreas e, assim, podem causar lesão ou morte celular, além da inflamação local (BEHR e NOWAK, 2002).

Nos tabagistas, quanto maior o número de cigarros consumidos por dia pior a capacidade funcional de exercício e atividade física e maior o nível de dependência da nicotina. Indivíduos tabagistas em geral, mesmo sendo teoricamente saudáveis, apresentam pior capacidade ventilatória em relação a indivíduos não-tabagistas (MARTINS et., 2011).

A nicotina é a principal causa de dependência ocasionado pelo tabagismo, sendo rapidamente absorvida pelo organismo, produzindo seus efeitos fisiológicos e comportamentais por ligação aos receptores colinérgicos nicotínicos no cérebro, com liberação subjacente de dopamina, levando a uma sensação de prazer e de calma (MARQUES, 2014).

## 4 JUSTIFICATIVA

Diante do exposto, torna-se evidente que fumantes tem uma limitação persistente e progressiva do fluxo das vias aéreas e pulmonar, resultante de uma

resposta inflamatória anormal decorrente da inalação de partículas nocivas relacionado ao aumento na produção de radicais livres, redução nos níveis de antioxidantes séricos e ao aumento do estresse oxidativo, além da perda de massa e disfunção muscular esquelética, associada a uma importante redução da capacidade funcional desses indivíduos. Com isso, pesquisas que tenham como objetivo desenvolver intervenções que amenizem ou previnam as alterações respiratórias e metabólicas inerentes ao tabagismo são de extrema importância. E dentre as intervenções não farmacológicas, a FBM demonstra um grande potencial, sendo um recurso terapêutico não invasivo e não farmacológico indolor e de relativo baixo custo. No entanto, são escassos na literatura estudos sobre os efeitos agudos da FBM sobre variáveis respiratórias e a capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas. Assim, é relevante a condução de ensaios clínicos que envolvam a aplicação da FBM em tabagistas e ex-tabagistas para compreender os efeitos positivos da sua aplicação em região de músculos respiratórios.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada entre a população da região da cidade de Barra do Bugres, MT, Brasil. Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 466/2012 do CNS), este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Brasil, São Paulo/SP via Plataforma Brasil com o parecer de aprovação de número 3.782.386 (ANEXO A), e foi registrado como ensaio clínico na plataforma ReBEC (Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos - RBR-7nj9w4). Os participantes foram recrutados na comunidade local através de convite pessoal nas dependências da empresa Usina Barralcool S/A. O pesquisador esclareceu e orientou todos os voluntários sobre os objetivos e procedimentos aos quais eles seriam submetidos, explicitando todos os riscos e benefícios, e após concordarem, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Além disso, os participantes foram informados sobre a liberdade de poderem desistir da participação da pesquisa a qualquer momento sem penalização ou prejuízo algum.

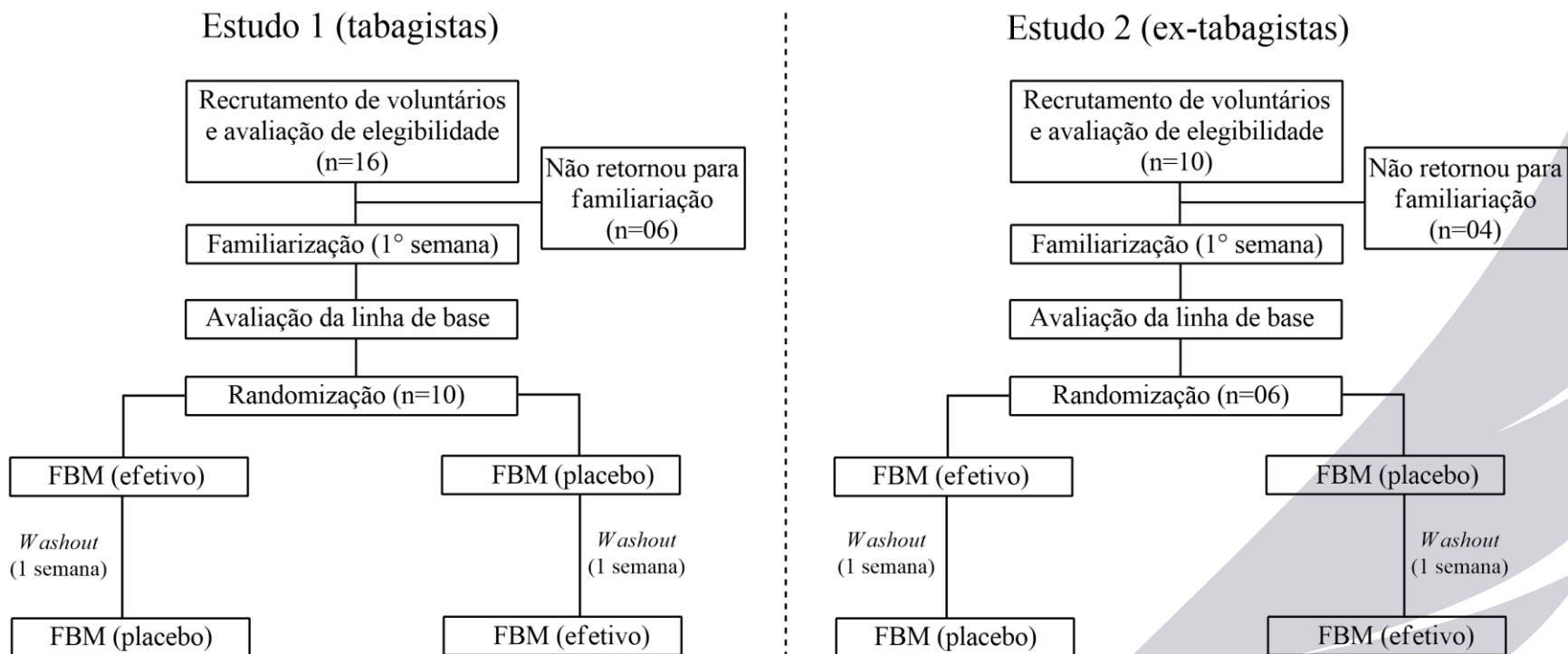
Por se tratar de uma pesquisa com riscos mínimos, não houve previsão de indenizações aos participantes da pesquisa. No entanto, os pesquisadores responsáveis foram comprometidos com a Resolução 466/12 do CNS na observação e cumprimento das normas e diretrizes regulamentadoras da pesquisa em seres humanos. No que se refere ao transporte e alimentação, o ressarcimento foi realizado pelos pesquisadores, quando necessário.

### 5.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um ensaio clínico randomizado, triplo-cego, e placebo-controlado. O desenho do estudo foi escolhido para garantir imparcialidade na alocação dos voluntários nos grupos, imparcialidade na aplicação dos tratamentos efetivo e placebo, imparcialidade na análise dos dados, e minimizar os possíveis efeitos placebo da terapia de fotobiomodulação.

Cada voluntário foi submetido a duas sessões de intervenção: uma sessão de fotobiomodulação efetiva, e uma sessão de fotobiomodulação placebo. A determinação da intervenção se deu por meio de randomização, a qual foi realizada pelo pesquisador 2, membro da equipe cegado aos protocolos de avaliação do estudo. Foram utilizados envelopes opacos contendo as letras “A”, correspondente à sessão de fotobiomodulação, e “B”, correspondente ao procedimento placebo. O período de *washout* de uma semana entre as terapias de FBM e Placebo é comumente usado em estudos cruzados e randomizados (figura 2), como utilizado nos estudos de Casalechi et al (2020) e Miranda et al. (2019).

Figura 2: Fluxograma do desenho experimental dos dois estudos realizados



Fonte: Autor

## 5.2 Participantes, recrutamento e seleção da amostra

No presente estudo não foram utilizadas drogas medicamentosas, nem procedimentos invasivos. Além disso, o teste de caminhada de 6 minutos (TC6), o qual foi utilizado para avaliar a capacidade funcional dos voluntários, é um teste submáximo, seguro e que tem sido amplamente utilizado na prática clínica e em pesquisas científicas (*ATS statement: guidelines for the six-minute walk test, 2002; Erratum: ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test, 2016*).

A avaliação antropométrica, verificação da massa corporal (Kg) e estatura (m) foi realizada individualmente com cada voluntário para não ter o risco de constrangimento em público. Essa avaliação foi realizada pelos pesquisadores 1 (principal pesquisador do estudo) e pesquisador 2 (pesquisador colaborador do estudo).

Todos os voluntários foram submetidos à avaliação clínica a partir da anamnese, avaliação antropométrica e avaliação das variáveis hemodinâmicas (frequência cardíaca, pressão arterial e saturação de oxigênio). Foram submetidos aos procedimentos experimentais que incluem realização de testes para avaliação da função pulmonar, mobilidade tóracoabdominal, e capacidade funcional.

Para a determinação do número de voluntários foi realizado o cálculo amostral por meio do aplicativo GPower versão 3.1, para o nível de confiança de 95% e poder de estudo mínimo de 80%. O cálculo foi realizado a partir de estudo piloto considerando as variáveis VEF1, obtida por meio do teste de função pulmonar, e distância caminhada, determinada pelo TC6. Foram sugeridos 2 grupos de 15 fumantes e 2 grupos de 15 ex-fumantes voluntários para detectar um tamanho de efeito de 0,5. Entretanto, considerando possíveis perdas amostrais, serão incluídos 40 voluntários fumantes e 40 voluntários ex-fumantes, a fim também de possivelmente aumentar o poder do estudo. Participaram do estudo 16 voluntários de ambos os gêneros, adultos, fumantes e ex-fumantes. Para o estudo 1, foram incluídos 10 voluntários com idade maior de 18 anos e fumantes de 1-10 anos. Para o estudo 2, foram incluídos voluntários com idade maior de 18 anos, sendo 06 ex-fumantes pelo período de no mínimo 12 meses (Cailleaux-Cezar et al. 2018). Todos

os voluntários eram estáveis clinicamente, sem sintomas de dispneia aos pequenos e médios esforços, tais como exercícios físicos de leves intensidades, como tomar banho, trocar de roupa e mudar de posição na cama ou durante a realização de exercícios físicos de intensidade mediana como andar em local plano a passo normal ou subir alguns degraus, mesmo que seja devagar. Foram excluídos do estudo os voluntários etilistas, hipertensos, diabéticos, que possuíam implante de marca-passo cardíaco, doença neurológica coexistente e apresentado qualquer doença pulmonar diagnosticada, ou uso de corticosteroides nas últimas 4 semanas. Foram excluídos também os voluntários que praticavam exercícios físicos regularmente, definido como participação em programas de reabilitação pulmonar ou treinamento físico estruturado ( $\geq 3$  vezes por semana) nos últimos três meses.

### **5.3 Procedimentos experimentais**

#### **5.3.1 Avaliação Inicial**

Os voluntários foram submetidos a uma avaliação inicial composta de anamnese, na qual foram avaliados os critérios de seleção da amostra e coletados informações sobre dados pessoais, hábitos de vida e prática de atividade física de acordo com a versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) (MATSUDO et al., 2001).

A avaliação antropométrica foi realizada através da mensuração da massa corporal (kg) por meio de uma balança antropométrica digital (Welmy W), com precisão de 0,1 kg. A estatura (m) foi medida por estadiômetro com precisão de 0,5 cm. O índice de massa corpórea (IMC) foi calculado a partir das medidas da massa corporal e estatura pela equação:  $IMC = \frac{kg}{m^2}$ . Nesse mesmo dia, o voluntário foi familiarizado com todos os procedimentos experimentais de avaliação.

#### **5.3.2 Variáveis de desfecho**

As variáveis de desfecho primárias foram: 1) índices de função pulmonar, obtidos por meio das manobras espirométricas, capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada “Índice de Tiffeneau” (VEF1/CVF) e Ventilação Voluntária Máxima (MVV). As variáveis de desfecho secundário foram: 2) mobilidade tóraco-abdominal avaliada por meio da cirtometria; 3) capacidade funcional avaliada por meio do teste de caminhada de 6 minutos.

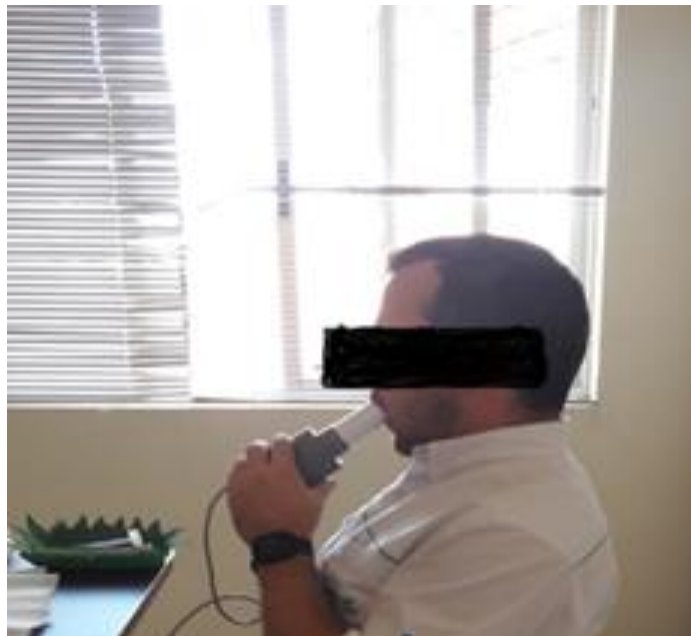
Todos os testes e avaliações das variáveis descritas acima, foram realizadas pelo mesmo avaliador, em três momentos: 1) pré-intervenção (linha de base); 2) 1 h após a intervenção e 3) 24 h após a intervenção. O TC6 foi realizado 1 h e 24 h após o término da intervenção. Os avaliadores foram cegados ao tipo de intervenção ao qual o voluntário foi submetido, a fim de minimizar possíveis influências nas variáveis de desfecho analisadas. Todas as avaliações foram realizadas em ambiente climatizado com temperatura mantida entre 22 e 24°C e umidade relativa do ar entre 40 e 60%. Por fim, as variáveis de desfecho foram analisadas pelo investigador 3, o qual não soube qual terapia foi aplicada nos grupos (efetivo e placebo), apenas uma identificação como A e B.

### 5.3.2.1 Espirometria

As provas de função pulmonar foram realizadas utilizando um espirômetro Digital Portátil (Carefusion, Microloop, California). O teste foi realizado pelo pesquisador 1 (principal pesquisador do estudo). Os voluntários foram orientados a evitar comer excessivamente antes do exame; suspender a ingestão de bebidas com cafeína como café e chá por 04 horas antes do exame; os fumantes suspender o cigarro por 02 horas antes e permanecer sentado por 10 minutos antes da realização do exame. O exame foi realizado por meio de manobra espirométrica que consistiu de o voluntário permanecer na posição sentada, com a cabeça mantida em posição neutra e um clipe nasal usado para evitar vazamento de ar pelas narinas, conforme ilustrado na figura 3. O procedimento foi explicado cuidadosamente ao voluntário, dando ênfase à necessidade de evitar vazamentos em torno da peça

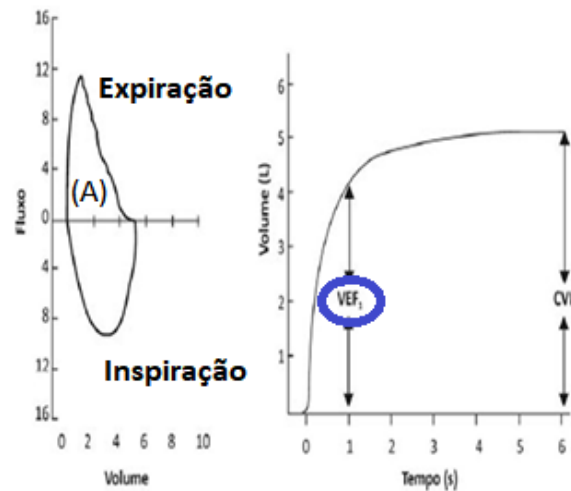
bucal, sendo solicitado ao mesmo para realizar uma inspiração máxima, seguida de uma expiração máxima rápida e sustentada até que o pesquisador 1 ordenasse a interrupção do exame (PEREIRA; SATO e RODRIGUES, 2007). Os voluntários foram solicitados a realizarem a manobra espirométrica para verificação de quatro variáveis: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada “Índice de Tiffeneau” (VEF1/CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). Cada manobra foi considerada completa após haver mínimo de três curvas aceitáveis e duas reprodutíveis (A), não excedendo mais que oito tentativas, figura 4. A média das três curvas foi utilizada para análise estatística (PEREIRA; SATO e RODRIGUES, 2007). Os valores previstos foram calculados pelo Software Spirometry PC, versão Carefusion Corporation 2009.

**Figura 3:** Voluntário na realização da prova de função pulmonar



Fonte: Autor

**Figura 4:** Curvas fluxo-volume e volume-tempo obtidas pela espirometria



Fonte: PEREIRA; SATO e RODRIGUES, 2007

### 5.3.2.2 Mobilidade tóracoabdominal

Para avaliação da mobilidade tóracoabdominal foi realizada a cirtometria utilizando uma fita métrica escalonada em centímetros. Foram realizadas as medidas das circunferências torácicas (axilar e xifoideana) e abdominal; o voluntário realizava uma expiração máxima seguida de uma inspiração máxima. A diferença entre essas medidas forneceu informações do grau de expansibilidade tóracoabdominal (JAMAMI et al., 1999). Para garantir a confiabilidade, as medidas foram realizadas três vezes em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor. Esta avaliação foi realizada pelo pesquisador 1 (principal pesquisador do estudo).

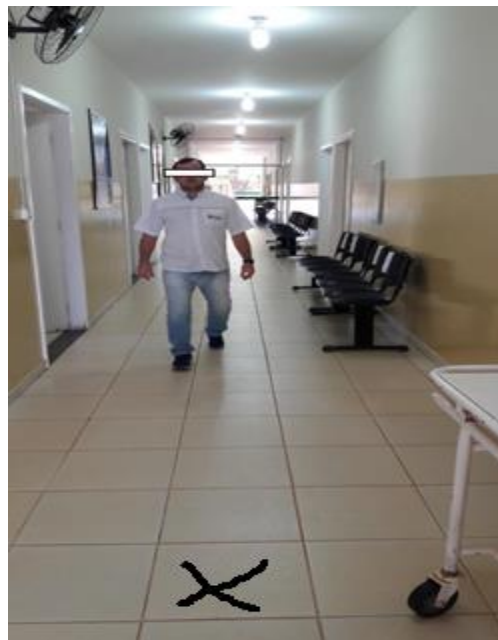
### 5.3.2.3 Teste de caminhada de 6 minutos (TC6)

O TC6 foi realizado pelo pesquisador 1 (principal pesquisador do estudo), seguindo as diretrizes da *American Thoracic Society (ATS statement: guidelines for the six-minute walk test, 2002; Erratum: ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test, 2016)*. A realização foi em um corredor com 30 metros de

comprimento de 1,5 metros de largura (figura 5), com registro da temperatura e umidade relativa do ar a cada teste por meio de um termo-higrômetro digital portátil (Marca Incoterm, modelo temperatura Interna 0°C à 50°C Externa - 50°).

Antes da realização do teste, os participantes permaneceram sentados por no mínimo 10 min para estabilização das variáveis hemodinâmicas. A pressão arterial (aferida pelo método auscultatório indireto por meio de um esfigmomanômetro P.A.Med e um estetoscópio - Rappaport Premium®), a frequência cardíaca e a saturação periférica da oxihemoglobina - Oximetria (Monitor de Sinais Vitais - Bionet - Multiparamétrico - BM3) e a percepção subjetiva de esforço (escala CR 10 de Borg)(*Erratum: ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test, 2016*) foram avaliadas em repouso, ao final do TC6 e nos 1º, 3º e 6º minutos da recuperação. A distância percorrida em metros determinou o desempenho físico e a capacidade funcional dos participantes (*ATS statement: guidelines for the six-minute walk test, 2002*).

**Figura 5:** Realização do teste de caminhada de 6 minutos (TC6)



Fonte: autor

## 6 INTERVENÇÃO

### 6.1 Fotobiomodulação (FBM)

A FBM por LEDs de baixa intensidade foi realizada por meio de um arranjo de emissores de luz (*cluster*) não comercial (protótipo) de 69 LEDs (Figura 6). Esse dispositivo contém 35 LEDs que emitem luz na faixa do vermelho ( $630 \pm 10$  nm; 10 mW;  $0,2$  cm<sup>2</sup>) e 34 LEDs na faixa do infravermelho ( $830 \pm 20$  nm; 10 mW;  $0,2$  cm<sup>2</sup>) dispostos intercaladamente em uma área emissora de formato circular de 40 cm<sup>2</sup>. A tabela 1 contém todos os parâmetros ópticos do dispositivo emissor de luz, bem como os parâmetros de irradiação da fotobiomodulação, os quais foram devidamente calibrados e mensurados por meio de um medidor de potência e energia óptica (PM100D Thorlabs<sup>®</sup>) equipado com sensor S130C.

**Figura 6:** Dispositivo emissor de luz composto por um arranjo de LEDs (light-emitting diodes) de baixa intensidade, contendo 35 LEDs na faixa do vermelho e 34 LEDs na faixa do infravermelho próximo.



Fonte: autor

**Tabela 1.** Parâmetros ópticos do dispositivo emissor de luz e da fotobiomodulação por LEDs (*light-emitting diodes*).

---

<b>Número de LEDs:</b> 69 (35 vermelho e 34 infravermelho)
<b>Comprimento de onda:</b> $830 \pm 20$ nm (infravermelho) e $630 \pm 10$ nm (vermelho)
<b>Frequência:</b> contínuo
<b>Potência óptica (cada LED):</b> 10 mW (infravermelho) e 10 mW (vermelho)
<b>Potência total do dispositivo (cluster):</b> 690 mW
<b>Área de cada LED:</b> $0,2 \text{ cm}^2$
<b>Área de emissão do dispositivo (cluster):</b> $40 \text{ cm}^2$
<b>Irradiância (cada LED):</b> $50 \text{ mW/cm}^2$ (infravermelho) e $50 \text{ mW/cm}^2$ (vermelho)
<b>Tempo de irradiação em cada região de tratamento (seg):</b> 90
<b>Energia total (90 seg):</b> 62 J [vermelho 31,5 J (35 x 0,90 J); infravermelho 30,6 J (34 x 0,90 J)]
<b>Fluência (cada LED) - 90 seg:</b> $4,5 \text{ J/cm}^2$ (vermelho) e $4,5 \text{ J/cm}^2$ (infravermelho)
<b>Fluência (cluster) - 90 seg:</b> <b><math>1,55 \text{ J/cm}^2</math> (vermelho + infravermelho)</b>
<b>Modo de aplicação:</b> dispositivo em contato com a pele, a $90^\circ$ e com leve pressão

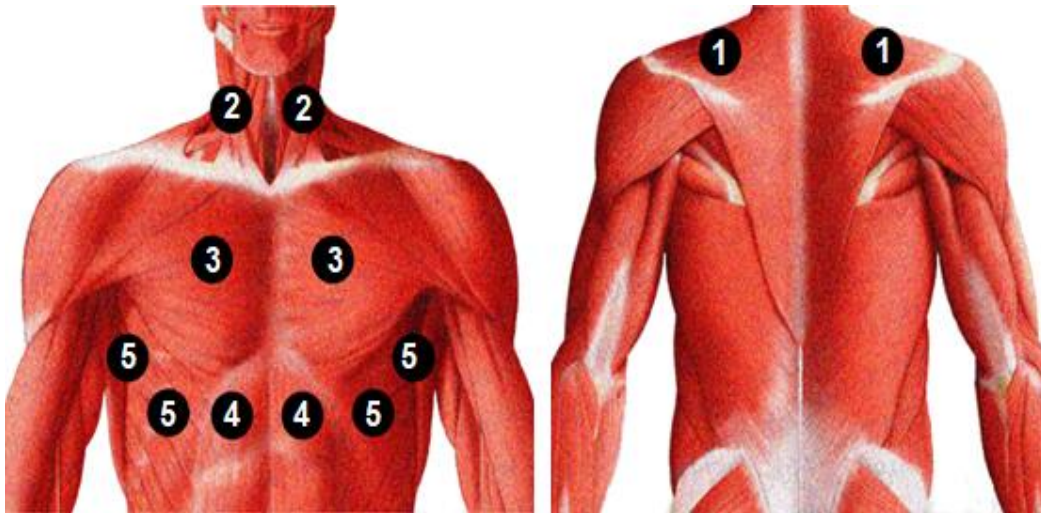
---

A sessão de fotobiomodulação foi aplicada pelo pesquisador 2, colaborador da pesquisa, e consistiu na administração de luz direcionada às seguintes regiões: 1) músculo trapézio superior, 2) músculo esternocleidomastoideo, 3) músculo peitoral maior, 4) músculo reto abdominal, e 5) músculos intercostais conforme ilustrado na figura 8. O risco ocular foi minimizado pelo uso de óculos de proteção, e os voluntários foram orientados a fechar os olhos para não identificar qual tratamento estava sendo aplicado (figura 9).

## 6.2 Procedimento placebo

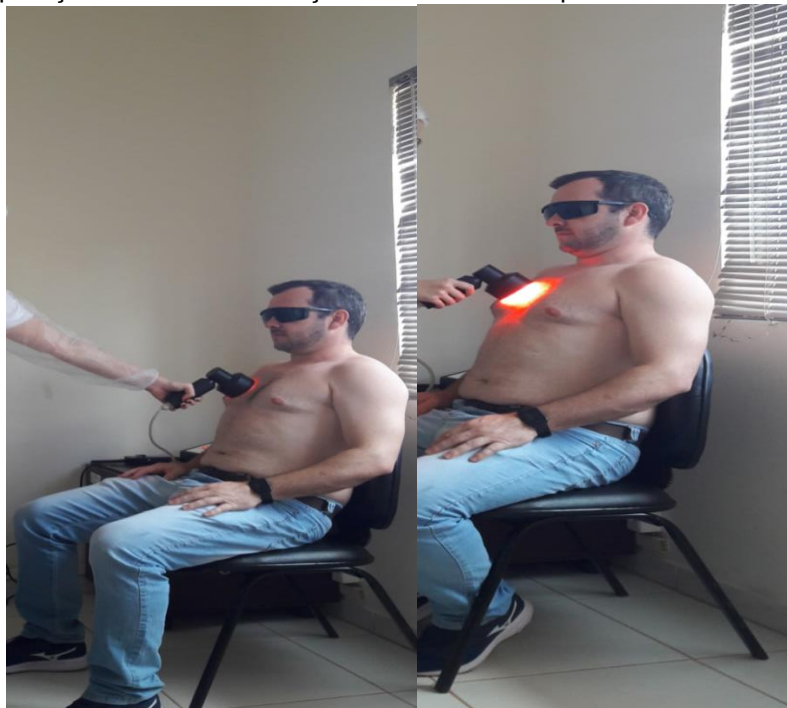
O procedimento placebo foi idêntico ao da sessão de FBM efetiva. Entretanto, o equipamento foi configurado para manter o *display* funcionando, porém, sem emitir radiação.

**Figura 7:** Ilustração do posicionamento do cluster em região de músculos respiratórios para aplicação da fotobiomodulação efetiva e placebo



Fonte: Adaptação do autor Souza et al. (2019)

**Figura 8:** Aplicação da fotobiomodulação em músculos respiratórios no voluntário



Fonte: autor

## 7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram feitas utilizando o software *IBM SPSS Statistics*, versão 22. Foi aplicado o teste de *Shapiro-Wilk* para análise da normalidade. Os dados paramétricos foram apresentados em média e desvio padrão, os não paramétricos foram descritos em mediana e intervalos interquartílicos. Para as variáveis com distribuição normal foi realizada a análise de variância de duas vias (*ANOVA two-way*). As variáveis que não apresentarão distribuição normal foram analisadas por meio do teste de *Wilcoxon* com *correção de Bonferroni a priori*. Em todos os testes, foi adotado o nível de significância de 5%.

## 8 RESULTADOS

Um total de 16 voluntários participaram do estudo, 10 fumantes e 06 ex-fumantes. Entre o recrutamento e avaliações de linha de base do estudo, 10 indivíduos abandonaram o estudo. As tabelas 2 e 3 resumem os dados sobre as características antropométricas e clínicas dos voluntários na linha de base.

**Tabela 2:** Características antropométricas e clínicas dos voluntários fumantes na linha de base. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão (DP).

<b>Caracterização da amostra</b>	<b>Média<math>\pm</math>Desvio Padrão (n=10)</b>
Idade (anos)	21,2 $\pm$ 2,74
Massa (Kg)	78,08 $\pm$ 0,05
Estatura (m)	1,74 $\pm$ 10,65
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	25,83 $\pm$ 3,56
Carga tabágica (cigarro/dia)	12,5 $\pm$ 3,01
tempo de tabagismo (anos)	2,9 $\pm$ 2,62

*Desvio padrão (DP), índice de massa corporal (IMC)*

**Tabela 3:** Características antropométricas e clínicas dos voluntários ex-fumantes na linha de base. Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão (DP).

<b>Caracterização da amostra</b>	<b>Média<math>\pm</math>desvio Padrão (n=6)</b>
Idade (anos)	48 $\pm$ 9,25
Massa (Kg)	80,65 $\pm$ 10,62
Estatuta (m)	1,69 $\pm$ 0,05
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	31,04 $\pm$ 4,49
Tempo que parou de fumar (anos)	9,5 $\pm$ 6,62

*Desvio padrão (DP), índice de massa corporal (IMC)*

A média de idade no grupo de fumantes foi de 21,2  $\pm$  2,74 com a mínima de 18 anos e a máxima de 28 anos. O índice de massa corpórea (IMC) médio foi de 25,83  $\pm$  3,56 Kg/m<sup>2</sup>, com o valor mínimo de 25,9 Kg/m<sup>2</sup> e o valor máximo de 38,9 Kg/m<sup>2</sup>. O tempo médio de tabagismo foi de 2,9  $\pm$  2,62 anos, com o tempo mínimo de 1 ano (2 casos) e o tempo máximo de 10 anos (1 caso).

A média de idade no grupo de ex-fumantes foi de 48  $\pm$  8,44 com a mínima de 35 anos e a máxima de 59 anos. O índice de massa corpórea (IMC) médio foi de 31,04  $\pm$  4,06 Kg/m<sup>2</sup>, com o valor mínimo de 21,5 Kg/m<sup>2</sup> e o valor máximo de 33,5 Kg/m<sup>2</sup>. O tempo médio que os voluntários pararam de fumar foi de 9,5  $\pm$  6,04 anos, com o tempo mínimo de 1 ano (1 caso) e o máximo de 20 anos (1 caso).

A tabela 4 mostra a classificação do nível de atividade física por grupo, os valores foram expressos em percentual. Do total da amostra de fumantes (n = 10), 10% foram classificados como muito ativos, 50% classificados como ativos e 40% como insuficientemente ativos, não havendo nenhuma incidência de sedentarismo. Da amostra de ex-fumantes (n=6), não houve voluntários classificados como muito ativos, havendo uma incidência de sedentarismo de 17%, sendo 33,3% classificados como ativos e 50% como insuficientemente ativos.

**Tabela 4:** Classificação do nível de atividade física por grupo

	<b>Sedentarismo</b>	<b>Insuficientemente Ativo</b>	<b>Ativo</b>	<b>Muito Ativo</b>
Fumantes (n = 10)	0%	40%	50%	10%
Ex-fumantes (n=6)	17%	50,00%	33,30%	0%
Total (n=16)				

A tabela 5 mostra os resultados referentes às variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos, no grupo de fumantes em ambas as intervenções. Não houve efeito da interação tempo *versus* condição para variáveis respiratórias, cirtométricas e capacidade funcional ( $p > 0,05$ ). Entretanto, observou-se através da anova mista de duas vias que houve efeito aprendizagem do tempo [ $F(1,000,18,000)=6,060$ ;  $p < 0,05$ ] para a distancia percorrida no TC6 minutos. Ambos os grupos aumentaram o desempenho no TC6 minutos.



**Tabela 5:** Variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos (TC6) dos voluntários fumantes n =10, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, na linha de base, 1 hora após intervenção (pós 1 h) e 24 h pós-intervenção (pós 24 h). Valores expressos em média ± desvio padrão (DP). Avaliação intergrupos após aplicação da terapia efetiva e Sham.

Variáveis	Fotobiomodulação			Placebo			Valor p		
	Linha de base	(pós 1 h)	(pós 24 h)	Linha de base	(pós 1 h)	(pós 24 h)	T	C	I
<b>Espirométricas</b>									
CVF (% previsto)	96±0,10	97±0,11	97±0,10	97±0,10	98±0,10	97±0,11	0,6	0,91	0,73
VEF1 (% previsto)	93±0,12	91±0,12	93±0,10	93±0,11	95±0,10	93±0,09	0,97	0,77	0,42
VEF1/CVF (% previsto)	94±0,09	91±0,08	93±0,07	93±0,07	92±0,08	94±0,09	0,22	0,91	0,54
VVM (L/m)	154,8±16,22	151,4±15,72	154,6±14,61	155,8±12,40	157,1±12,47	155±12,97	0,87	0,68	0,53
<b>Cirtometria</b>									
Axilar(cm) (insp max)	104,6±8,10	103,6±7,04	103,6±7,07	104,5±7,64	103,7±7,05	104,2±7,01	0,78	0,95	0,5
Axilar(cm) (exp max)	96,5±8,30	95,6±7,13	95,9±6,68	96±7,25	95,8±6,95	95,6±7,08	0,26	0,94	0,52
Xifoideana (cm) (insp max)	96±6,63	95,7±5,83	96±6	96,2±6,6	95,8±6,01	95,9±6,23	0,16	0,98	0,11
Xifoideana (cm) (exp max)	88,6±7,87	87,8±7,57	88±7,50	88,4±7,28	88,1±6,93	87,8±6,27	0,07	0,99	0,41
Abdominal (cm) (insp max)	86,6±11,27	85,9±9,77	85,3±9,63	86±10,16	85,9±9,33	86,1±9,28	0,77	0,99	0,3
Abdominal (cm) (exp max)	89±9,53	88±8,56	87,8±8,41	88,4±8,53	88±7,98	88,1±7,91	0,11	0,99	0,43
<b>TC6 min</b>									
Distância (metros)	N/A	513,6±38,61	520,5±34,80	N/A	514,3±34,77	519,2±28,08	*0,02	0,98	0,68

p – valor, \*p<0,05, N/A - não se aplica, CVF - capacidade vital forçada, VEF1 - volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF1/CVF Índice de Tiffeneau” - Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada, VVM - ventilação voluntária máxima, T - principal efeito do tempo, C - principal efeito da condição, I- interação Tempo x Condição

A tabela 6 mostra os resultados referentes às variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos, no grupo de ex-fumantes em ambas as intervenções. Não houve efeito da interação tempo *versus* condição para variáveis respiratórias, cirtométricas e capacidade funcional ( $p > 0,05$ ). Entretanto, observou-se através da anova mista de duas vias que houve efeito aprendizagem ao longo do tempo [ $F(1,558,15,582) = 6,152$ ;  $p < 0,05$ ] para a variável cirtometria abdominal (expiração máxima) em ambas as terapias. Ambos os grupos diminuíram o valor da variável cirtométrica após intervenção.



**Tabela 6:** Variáveis espirométricas, cirtometria e teste de caminhada de 6 minutos (TC6) dos voluntários ex-fumantes n=06, em ambas as intervenções, Sham e efetivas, na linha de base, 1 hora após intervenção (pós 1 h) e 24 h pós-intervenção (pós 24 h). Valores expressos em média  $\pm$  desvio padrão (DP). Avaliação intergrupos após aplicação da terapia efetiva e Sham.

Variáveis	Fotobiomodulação			Placebo			Valor p		
	Linha de base	(pós 1 h)	(pós 24 h)	Linha de base	(pós 1 h)	(pós 24 h)	T	C	I
<b>Espirométricas</b>									
CVF (% previsto)	92 $\pm$ 0,16	91 $\pm$ 0,15	87 $\pm$ 0,16	89 $\pm$ 0,15	90 $\pm$ 0,14	90 $\pm$ 0,14	0,87	0,89	0,71
VEF1 (% previsto)	88 $\pm$ 0,19	90 $\pm$ 0,19	88 $\pm$ 0,21	88 $\pm$ 0,20	91 $\pm$ 0,17	88 $\pm$ 0,20	0,41	0,99	0,95
VEF1/CVF (% previsto)	96 $\pm$ 0,09	98 $\pm$ 0,09	96 $\pm$ 0,09	99 $\pm$ 0,09	99 $\pm$ 0,09	97 $\pm$ 0,13	0,52	0,84	0,78
VVM (L/m)	125,3 $\pm$ 33,25	127,3 $\pm$ 28,51	126 $\pm$ 33,75	124,3 $\pm$ 31,98	128,3 $\pm$ 30,69	125,3 $\pm$ 36,50	0,45	0,99	0,89
<b>Cirtometria</b>									
Axilar(cm) (insp max)	108,5 $\pm$ 4,46	107,8 $\pm$ 5,72	107,6 $\pm$ 5,61	108 $\pm$ 4,86	108,6 $\pm$ 4,34	108 $\pm$ 5,35	0,49	0,94	0,26
Axilar(cm) (exp max)	103,8 $\pm$ 6,61	103,5 $\pm$ 6,44	102,8 $\pm$ 7,33	103,5 $\pm$ 6,55	103,8 $\pm$ 6,54	103,6 $\pm$ 6,99	0,29	0,94	0,17
Xifoideana (cm) (insp max)	103,8 $\pm$ 4,56	103,6 $\pm$ 4,57	103 $\pm$ 5,53	103,8 $\pm$ 4,56	103,8 $\pm$ 4,74	104 $\pm$ 4,58	0,49	0,89	0,23
Xifoideana (cm) (exp max)	98,3 $\pm$ 5,40	98,3 $\pm$ 5,43	98 $\pm$ 5,94	98,3 $\pm$ 4,81	98,8 $\pm$ 4,94	98,3 $\pm$ 4,98	0,16	0,93	0,47
Abdominal (cm) (insp max)	103,8 $\pm$ 10,43	102,5 $\pm$ 8,84	101,8 $\pm$ 10,08	102,8 $\pm$ 10,46	103,16 $\pm$ 10,41	103,5 $\pm$ 10,27	0,58	0,94	0,19
Abdominal (cm) (exp max)	105,3 $\pm$ 8,05	102,6 $\pm$ 9,01	103,8 $\pm$ 8,64	105 $\pm$ 7,91	104,3 $\pm$ 8,59	104,6 $\pm$ 8,74	*0,01	0,88	0,13
<b>TC6 min</b>									
Distância (metros)	N/A	517,16 $\pm$ 36,83	519,16 $\pm$ 31,93	N/A	514,16 $\pm$ 30,74	513,33 $\pm$ 29,39	0,85	0,83	0,66

Valor p- Valor estatístico, \*p<0,05, N/A - não se aplica, CVF - capacidade vital forçada, VEF1 - volume expiratório forçado no primeiro segundo, VEF1/CVF Índice de Tiffeneau” - Razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada, VVM - ventilação voluntária máxima, T -principal efeito do tempo, C - principal efeito da condição, I- interaçãoTempo x Condição

**Tabela 7:** Variáveis do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) para os voluntários fumantes n =10, em ambas as intervenções, placebo e efetivo, 01 hora e 24 horas após cada intervenção. Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC), SPO<sub>2</sub> (saturação de oxigênio) e escala de Borg. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP).

Variáveis	Fotobiomodulação		Placebo		Valor p		
	(pós 1 h)	(pós 24 h)	(pós 1 h)	(pós 24 h)	T	C	I
<b>PAS</b>					0,31	0,64	0,68
PAS repouso (mmHg)	123 ±7,81	120 ±4,47	121 ±5,38	126 ±4,47			
PAS final do teste (mmHg)	134,2 ±9,73	131 ±3	132 ±6	131 ±5,38			
PAS 1° min após o teste (mmHg)	126 ±11,13	127 ±6,40	126 ±6,63	124 ±4,89			
PAS 3° min após o teste (mmHg)	124 ±9,16	121 ±3	11,2 ±6	121 ±5,38			
PAS 6° min após o teste (mmHg)	122 ±8,71	121 ±3	120 ±4,47	121 ±5,38			
<b>PAD</b>					0,87	0,65	0,87
PAD repouso (mmHg)	79 ±3	79 ±3	78 ±4	79 ±3			
PAD final do teste (mmHg)	84 ±4,89	80 ±0	83 ±4,58	83 ±4,58			
PAD 1° min após o teste (mmHg)	80 ±6,32	80 ±0	83 ±4,58	81 ±3			
PAD 3° min após o teste (mmHg)	78 ±4	80 ±0	79 ±3	79 ±3			
PAD 6° min após o teste (mmHg)	78 ±4	80 ±0	79 ±3	79 ±3			
<b>FC</b>					0,82	0,75	0,38
FC repouso (bpm)	74,9 ±10,47	74,9 ±9,15	72,1 ±9,97	74,7 ±10,31			
FC final do teste (bpm)	83,1 ±14,94	82,5 ±13,29	81,2 ±13,90	81,3 ±14,07			
FC 1° min após o teste (bpm)	80,5 ±13,28	79,7 ±10,62	77,9 ±14,11	79,1 ±12,06			
FC 3° min após o teste (bpm)	80,2 ±11,67	78,5 ±10,04	76,6 ±12,10	78,3 ±11,75			
FC 6° min após o teste (bpm)	79,1 ±11,47	78,4 ±10,87	76,5 ±11,56	77 ±11,32			
<b>SPO<sub>2</sub></b>					0,26	0,17	0,85
SPO <sub>2</sub> repouso (%)	96 ±0,04	97,6 ±0,66	95 ±0,07	97,4 ±1,11			
SPO <sub>2</sub> final do teste (%)	96 ±0,02	96,3 ±1,68	97 ±0,01	97,2 ±1,08			

SPO <sub>2</sub> 1° min após o teste (%)	97 ±0,02	96,5 ±1,02	97 ±0,00	97,5 ±0,81			
SPO <sub>2</sub> 3° min após o teste (%)	97 ±0,01	97,1 ±0,54	97 ±0,00	97,8 ±0,75			
SPO <sub>2</sub> 6° min após o teste (%)	97 ±0,008	97 ±0,51	98 ±0,00	97,4 ±0,049			
<b>ESCALA DE BORG</b>					0,62	0,97	0,87
E.Borg repouso	2 ±0,64	2 ±0,63	2 ±0,89	1,8 ±0,6			
E.Borg final do teste	3 ±0,97	3,3 ±0,9	3 ±0,97	3,2 ±0,97			
E.Borg 1° min após o teste	3 ±1,18	2,4 ±1,35	2 ±1,2	2,5 ±1,11			
E.Borg 3° min após o teste	2 ±1,04	1,8 ±0,6	2 ±1,04	2 ±0,89			
E.Borg 6° min após o teste	2 ±0,6	1,7 ±0,45	2 ±1,09	1,7 ±0,45			

*Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), SPO<sub>2</sub> (saturação de oxigênio), Desvio padrão (DP), T -principal efeito do tempo, C - principal efeito da condição, I- interação Tempo x Condição*

**Tabela 8:** Variáveis do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6) para os voluntários ex-fumantes n =06, em ambas as intervenções, placebo e efetivo, 01 hora e 24 horas após cada intervenção. Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), Frequência Cardíaca (FC), SPO<sub>2</sub> (saturação de oxigênio) e escala de Borg. Valores expressos em média ± desvio padrão (DP).

Variáveis	Fotobiomodulação		Placebo		Valor p		
	(pós 1 h)	(pós 24 h)	(pós 1 h)	(pós 24 h)	T	C	I
<b>PAS</b>					0,26	0,78	0,44
PAS repouso (mmHg)	130 ±14,14	126,6 ±13,74	126,6±9,42	126,7±9,42			
PAS final do teste (mmHg)	148,3 ±25,44	140 ±16,32	140±11,54	138,3±8,97			
PAS 1° min após o teste (mmHg)	143,3 ±28,08	138,3 ±13,43	136,6±14,90	135±12,58			
PAS 3° min após o teste (mmHg)	133,3 ±22,85	133,3 ±13,74	133,1±13,74	131,6±13,43			
PAS 6° min após o teste (mmHg)	133,3 ±22,85	128,3 ±12,13	130±11,54	130±11,54			
<b>PAD</b>					0,46	0,86	0,88
PAD repouso (mmHg)	86,6 ±11,05	83,3 ±9,42	85±7,63	85±7,63			
PAD final do teste (mmHg)	93,3 ±21,3	90 ±10	88,3±10,67	86,6±7,45			
PAD 1° min após o teste (mmHg)	86,6 ±15,98	86,6 ±11,05	88,3±10,67	85±7,63			
PAD 3° min após o teste (mmHg)	85 ±12,58	86,6 ±11,05	85±7,63	85±7,63			
PAD 6° min após o teste (mmHg)	85 ±12,58	86,6 ±11,05	85±7,63	85±7,63			
<b>FC</b>					0,207	0,305	0,91
FC repouso (bpm)	77,5 ±7,71	71,3 ±11,61	78±9,01	75,3±7,99			
FC final do teste (bpm)	76,16 ±6,41	77,5 ±8,90	82,16±4,56	80,5±6,82			
FC 1° min após o teste (bpm)	75,5 ±6,77	74,6 ±9,72	81,3±4,42	80±6,24			
FC 3° min após o teste (bpm)	75,16 ±5,89	74,5 ±8,05	80,3±5,02	78,6±6,49			
FC 6° min após o teste (bpm)	76,3 ±5,76	75,5 ±8,03	79,8±6,03	78,6±6,18			
<b>SPO<sub>2</sub></b>					0,35	0,77	0,51
SPO <sub>2</sub> repouso (%)	96±0,01	97 ±0,01	97±0,00	97±0,01			
SPO <sub>2</sub> final do teste (%)	98±0,00	98±0,00	97±0,01	98±0,01			
SPO <sub>2</sub> 1° min após o teste (%)	97±0,01	98 ±0,00	97±0,00	98±0,00			
SPO <sub>2</sub> 3° min após o teste (%)	97±0,00	97 ±0,00	97±0,00	97±0,00			

SPO<sub>2</sub> 6° min após o teste (%)

97±0,00

97 ±0,01

97±0,00

98±0,00

0,32

0,86

0,61

**ESCALA DE BORG**

E.Borg repouso

2±0,37

1,83 ±0,37

2±0,37

1,83±0,37

E.Borg final do teste

4±1,24

3,33 ±1,37

4±0,94

3,4±1,11

E.Borg 1° min após o teste

3±1,10

3,5 ±1,5

3±0,89

2,8±0,89

E.Borg 3° min após o teste

3±0,76

2,3 ±0,94

3±0,76

2,5±0,76

E.Borg 6° min após o teste

2±0

1,83 ±0,37

2±0

2±0

*Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC), SPO<sub>2</sub> (saturação de oxigênio), Desvio padrão (DP), T -principal efeito do tempo, C - principal efeito da condição, I- interação Tempo x Condição*

As tabelas 7 e 8 mostraram os resultados referentes à avaliação intergrupo e intragrupo das variáveis mensuradas Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, Saturação de Oxigênio e escala de Borg no Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), no grupo de fumantes e ex-fumantes, respectivamente. Os valores foram expressos em média  $\pm$  desvio padrão (DP). Não houve diferenças significativas em Tempo, Condição (Terapia) e Tempo versus condição para nenhuma das variáveis analisadas.



## 9 DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo mostraram que uma única sessão de fotobiomodulação, utilizando os parâmetros aplicados sobre os músculos respiratórios não foi eficaz em melhorar a função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade toracoabdominal e capacidade funcional (teste de caminhada de 6 minutos – TC6) em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.

Para exercer o seu papel, o tecido muscular depende da síntese de adenosina trifosfato (ATP), que é a fonte biológica de energia necessária para o trabalho muscular e, portanto, o aumento dos níveis de ATP é a hipótese de maior relevância para explicar os efeitos que a FBM parece exercer no tecido muscular (FERRARESI; HUANG e HAMBLIN, 2016).

A razão para uso da FBM no tecido muscular é devido ao estímulo da maior atividade mitocondrial que ocorre após a ação da luz vermelha e/ou infravermelha, sendo essa luz absorvida principalmente pela enzima citocromo c oxidase, uma das principais enzimas mitocondriais, e que está envolvida na respiração celular e síntese de ATP (KARU et al., 2008; FERRARESI; HUANG e HAMBLIN, 2016). Além da maior síntese de ATP, estudos prévios já demonstraram que a FBM pode aumentar a síntese de glicogênio muscular, reduzir o estresse oxidativo, e reduzir a fadiga muscular frente a exercícios extenuantes (FERRARESI, HAMBLIN e PARIZOTTO, 2012; FERRARESI, HUANG e HAMBLIN, 2016) em atletas e não atletas. Souza et al. (2019) é um dos únicos e mais recentes estudos que investigaram os efeitos da Fotobiomodulação (FBM) sobre músculos respiratórios em um ensaio clínico randomizado, cruzado, duplo-cego, com participação de doze pacientes com DPOC do sexo masculino, e classificação GOLD baseado na limitação das vias aéreas de 1(0); 2(3); 3(7); 4(2). Os participantes foram alocados aleatoriamente para receber as sessões de FBM e Placebo, com uma semana de intervalo. Nesse estudo, os autores mostraram que uma única sessão de FBM aplicada aos músculos respiratórios não foi eficaz em melhorar a função pulmonar, força muscular respiratória e mobilidade toracoabdominal. No entanto, houve uma significativa melhoria da capacidade funcional dos indivíduos acometidos por DPOC, medida pelo teste de TC6. Segundo os autores, a FBM pode ter contribuído para

melhorar o suprimento de substrato energético para os músculos respiratórios, resultando em melhor desempenho no TC6 minutos.

No entanto, apesar do presente estudo ter aplicado a FBM por LEDs sobre as mesmas regiões dos músculos respiratórios por meio de um arranjo de emissores de luz (cluster), em uma única sessão, como utilizado no estudo de De Souza et al. (2019), não foram observadas diferenças entre as terapia placebo e efetiva. Uma das possíveis causas dos resultados diferentes é relacionada aos parâmetros dosimétricos da FBM entre os dois estudos. No presente estudo utilizou-se uma energia por ponto de irradiação de 62 J distribuída em uma área de 40 cm<sup>2</sup> (área do cluster), ou seja, uma fluência de 1,55 J/cm<sup>2</sup>, enquanto no estudo de De Souza et al. (2019) utilizou-se 31 J, ou 0,77 J/cm<sup>2</sup>. Essa diferença dosimétrica pode ter promovido resultados distintos principalmente quanto ao teste de caminhada entre esses dois estudos. Além disso, comparações entre as populações distintas (tabagistas, ex-tabagistas versus pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC) se tornam um pouco limitadas, pois é sabido que a FBM tem maior efetividade em tecidos estressados (fora da homeostasia), como em pacientes DPOC (De Souza et al. 2019). Nesse contexto, apesar dos voluntários do presente estudo serem tabagistas e ex-tabagistas, os mesmos apresentaram valores espirométricos normais, conforme os valores previstos atuais para população estudada de acordo com as novas equações de referência para a espirometria em adultos brasileiros, com foco nas características do indivíduo, valores estes que variam em percentual de 80 e 100% nas variáveis VEF1, CVF e VEF1/CVF (PEREIRA; SATO e RODRIGUES, 2007).

Outro estudo que investigou os efeitos da FBM sobre a capacidade funcional de pacientes com DPOC foi o de Miranda et al. (2019). Esse estudo mostrou que a aplicação de FBM através de diodos emissores de luz (LEDs) em combinação com campo magnético antes de um teste de subir e descer degraus (*steps*) durante 6 minutos (equivalente ao TC6 minutos) promoveu aumento do número de vezes de subida nos *steps*, bem como promoveu menor percepção ao esforço mensurada pela escala de Borg modificada para dispnéia, além de reduzir a fadiga de membros inferiores.

Atualmente não existem estudos suficientes para apoiar recomendações de parâmetros ideais da FBM para indivíduos não saudáveis ou mesmo idosos. Apesar

de não existir ainda na literatura um parâmetro dosimétrico ideal para uso da FBM, o presente estudo é um dos pioneiros a investigar os efeitos agudos da fotobiomodulação sobre variáveis respiratórias e a capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas. Diversas revisões sistemáticas recomendam o uso da FBM, apesar das questões envolvidas quanto aos parâmetros ideais de dosimetria e métodos de aplicação (FERRARESI; HUANG e HAMBLIN ,2016).

Devido à escassez de pesquisas sobre o uso da FBM aplicada aos músculos respiratórios, principalmente em tabagistas e ex-tabagistas, bem como e às divergências que ainda existem na literatura sobre os seus parâmetros ideais de irradiação, as comparações diretas dos resultados do presente estudo e a literatura atual se tornam limitadas. Por isso, sugerimos que mais ensaios clínicos randomizados sejam realizados para se estudar as dosimetrias ideais da FBM aplicadas em músculos respiratórios de tabagistas, ex-tabagistas, ou ainda pacientes portadores de DPOC.

Algumas limitações do estudo são pertinentes principalmente quanto ao número de voluntários avaliados. Devido à pandemia do COVID-19 tivemos que suspender as coletas de dados, tendo um número reduzido de voluntários. Outra limitação importante foi que avaliamos os efeitos de apenas uma única sessão de FBM. Talvez um programa de tratamento com FBM possa proporcionar melhora da função dos músculos respiratórios e/ou atividades funcionais (caminhar por exemplo) com menor sensação de dispneia e fadiga.

## 10 CONCLUSÃO

Uma única sessão de fotobiomodulação aplicada aos músculos respiratórios, com os parâmetros utilizados, não foi eficaz na melhora da função pulmonar, força muscular respiratória, mobilidade toracoabdominal e capacidade funcional em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas.



## REFERÊNCIAS

ANDERS, J. J.; LANZAFAME, R. J.; ARANY, P. R. Low-level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy. **Photomed Laser Surg**, v. 33, n. 4, p. 183-4, 2015.

ARAÚJO, A. J. D.; MENEZES, A. M. B.; DÓREA, A. J. P. S.; TORRES, B. S.; VIEGAS, C. A. D. A.; SILVA, C. A. R. D.; KIRCHENCHTEJN, C.; ORFALIAIS, C. S.; SANT'ANNA, C. C.; BOTELHO, C. Diretrizes para cessação do tabagismo. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 30, p. S1-S76, 2004.

AYCICEK, A.; EREL, O.; KOCYIGIT, A. Decreased total antioxidant capacity and increased oxidative stress in passive smoker infants and their mothers. **Pediatr Int**, v.47, p. 635-9, 2005.

BEHR, J; NOWAK, D. Tobacco smoke and respiratory disease. **Eur Respir Mon**, v. 7, p. 161-79,2002.

ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 166, n. 1, p. 111-7, Jul 2002.

CAILLEAUX-CEZAR, M. A.; LOREDO, C. B.; SILVA, J. R. Le. C , et al. Impacto do tabagismo na conversão de cultura e no desfecho do tratamento da tuberculose pulmonar no Brasil: estudo de coorte retrospectivo. **J Bras Pneumol**, v.44, n. 2, p. 99-105, 2018.

de SOUZA, G. H. M.; FERRARESI, C.; MORENO, M. A.; 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**, 2019.

DANTAS, D. R. G et al. Tabagismo como fator de risco para Desenvolvimento de Doença Cerebrovascular em Hospital Público de Campina Grande-PB Brasil. **Revista Saúde & Ciência Online**, v. 4, n. 3, p. 21-30, 2015.

DONG, Y.; LI, Y.; SUN .Y, et al (2015) Bufeijianpi granules improve skeletal muscle and mitochondrial dysfunction in rats with chronic obstructive pulmonary disease. **BMC Complement Altern Med**, v.15, n.51, 2015.

CASALECHI, H. L.; DUMONT, A. J. L.; FERREIRA, L. A. B.; DE PAIVA, P. R. V.; MACHADO, C. D. S. M.; DE CARVALHO, P. T. C.; OLIVEIRA, C. S.; LEAL-JUNIOR, E. C. P. Acute effects of photobiomodulation therapy and magnetic field on functional mobility in stroke survivors: a randomized, sham-controlled, triple-blind, crossover, clinical trial. **Lasers Med Sci**, v.35, n.6, p. 1253-1262, Aug 2020.



UNIVERSIDADE  
BRASIL

COSTA, A. A.; ELABRAS, FILHO. J.; ARAÚJO, M. L.; FERREIRA, J. E. S.; MEIRELLES, L. R.; MAGALHÃES, C. K. Programa multiprofissional de controle do tabagismo: aspectos relacionados à abstinência de longo prazo. **Revista da SOCERJ**, v.19, n. 5, p. 397-403, 2006.

CHUNG, H.; DAI, T.; SHARMA, S. K.; HUANG, Y. Y.; CARROLL, J. D.; HAMBLIN, M. R. The nuts and bolts of low-level laser (light) therapy. **Annual of Biomedical Engineering**, v. 40, n. 2, p.516–533, 2012.

Erratum: ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 193, n. 10, p. 1185, May 15 2016.

FERRARESI, C.; HAMBLIN, M. R.; PARIZOTTO, N. A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. **Photonics Lasers Med [S.I.]**, v. 1, n. 4, p. 267-286, Nov 1 2012.

FERRARESI, C.; KAIPPERT, B.; AVCI, P.; HUANG, Y. Y.; DE SOUSA, M. V.; BAGNATO, V. S.; PARIZOTTO, N. A.; HAMBLIN, M. R. Low-level laser (light) therapy increases mitochondrial membrane potential and ATP synthesis in C2C12 myotubes with a peak response at 3-6 h. **Photochem Photobiol**, v. 91, n. 2, p. 411-6, Mar-Apr 2015a.

FERRARESI, C.; PARIZOTTO, N. A.; PIRES DE SOUSA, M. V.; KAIPPERT, B.; HUANG, Y. Y.; KOISO, T.; BAGNATO, V. S.; HAMBLIN, M. R. Light-emitting diode therapy in exercise-trained mice increases muscle performance, cytochrome c oxidase activity, ATP and cell proliferation. **J Biophotonics**, v. 8, n. 9, p. 740-54, Sep 2015b.

FERRARESI, C.; BELTRAME, T.; FABRIZZI, F.; NASCIMENTO, E. S. P.; KARSTEN, M.; FRANCISCO, C. O.; BORGHI-SILVA, A.; CATAI, A. M.; CARDOSO, D. R.; FERREIRA, A. G.; HAMBLIN, M. R.; BAGNATO, V. S.; PARIZOTTO, N. A. Muscular pre-conditioning using light-emitting diode therapy (LEDT) for high-intensity exercise: a randomized double-blind placebo-controlled trial with a single elite runner. *Physiotherapy Theory and Practice*, v.31, n.5, p.354-361, 2015c.

FERRARESI, C; HUANG, Y.Y.; HAMBLIN, M. R. PHOTOBIO-MODULATION IN HUMAN MUSCLE TISSUE: AN ADVANTAGE IN SPORTS PERFORMANCE? **J Biophotonics**, v. 9, p. 1273–99, 2016.

GARCIA, E. S.; TEIXEIRA, M. M. Efeitos do cigarro, da nicotina e do monóxido de carbono sobre alguns parâmetros fisiológicos: uma revisão da literatura. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 3, n.2, p. 32-9,1989.

*Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Pocket guide to COPD diagnosis, management and prevention. 2016. Disponível em:<<http://goldcopd.org/pocket-guide-copd-diagnosis-management-prevention-2016/>>.*

GOULART, C. D. A, L.; SIMON, J. C.; SCHNEIDERS P. D. E, B.; SAN MARTIN, E. A.; CABIDDU, R.; BORGHI-SILVA, A.; TRIMER, R.; DA SILVA, A. L. Respiratory muscle strength effect on linear and nonlinear heart rate variability parameters in COPD patients. **Int J Chron Obstruct Pulmon Dis** [S.l.], v. 11, p. 1671-7, 2016.

HAMBLIN, M. R. Introduction to experimental and clinical studies using low-level laser (light) therapy (LLLT). **Lasers Surg Med** [S.l.], v. 42, n.6, p. 447–449, Aug 2010.

HAMBLIN, M. R. How to write a good photobiomodulation article. **Photobiomodulation, Photomedicine, and LASER Surgery**, v. 37, n.6, p. 325-326, 2019.

HEISKANEN, V.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation: LASERs vs. light emitting diodes? **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 17, n.8, p. 1003, 2018.

HUANG, Y.; SHARMA, S. K.; CARROLL, J.; HAMBLIN, M. R. Biphasic dose response in low level laser therapy – An update. **Dose Response**, v.9, p.602-618, 2011.

JAMAMI, M.; PIRES, V. A.; OISHI, J.; COSTA, D. Efeitos da intervenção fisioterápica na reabilitação pulmonar de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). **Rev Fisioter Univ São Paulo**, v. 6, n.2, p. 140-53, 1999.

JÚNIOR, D. R. A. et al. Os radicais livres de oxigênio e as doenças pulmonares. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 31, n. 1, p. 60-68, 2005.

KARU, L. V.; PYATIBRAT, S. F.; KOLYAKOV, AND, N. I. Afanasyeva, **Photomed Laser Surg**, v.26, n.6, p. 593–599, 2008.

KRUGER, K.; SEIMETZ, M.; RINGSEIS, R.; WILHELM, J.; PICHL, A.; COUTURIER, A et al. Exercise training reverses inflammation and muscle wasting after tobacco smoke exposure. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v. 314, n. 3, p. 366-376, 2018.

LEAL JUNIOR, E. C. P; LOPES MARTINS, R. A. B; BJORDAL, J. M. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. **Braz J Phys Ther**, v.23, n.1,p. 2-5, 2019.

MANTEIFEL, V. M.; KARU, T. Structure of mitochondria and activity of their respiratory chain in successive generations of yeast cells exposed to He-Ne laser light. **Biology Bulletin**, v.32, n.6, p.556-566, 2005.



UNIVERSIDADE  
BRASIL

MARCHIORI, R. C.; SUSIN, C. F.; LAGO, L. D.; FELICE, C. D.; SILVA, D. B.; SEVERO, M. D. Diagnóstico e tratamento da DPOC exacerbada na emergência. **Revista da AMRIGS**, v. 54, n.2, p. 214-23, 2010.

MARTINS, A. Z.; BRITO, I. L.; LABURÚ, V. M.; PAES, T. R.; QUESSADA, A. R. F.; MANTOVANI, P.; PROBST, V. S, et al. Diferenças entre o TC6min e o teste de endurance com carga constante em pacientes com DPOC. **ASSOBRAFIR Ciência**, v.2, p. 27-81, 2011.

MATSUDO, S.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 8, 2001.

MIRANDA, E. F.; LEAL-JUNIOR, E. C.; MARCHETTI, P. H.; 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**, v. 29, n. 1, p. 359-65, Jan 2014.

MIRANDA, E. F.; DE OLIVEIRA, L. V.; ANTONIALLI, F. C.; VANIN, A. A.; DE CARVALHO PDE, T.; LEAL-JUNIOR, E. C. 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**, v. 30, n. 1, p. 437-43, Jan 2015.

MIRANDA, E. F.; DINIZ, W. A.; GOMES, M. V. N.; DE OLIVEIRA, M. F. D.; DE CARVALHO, P. T. C.; LEAL-JUNIOR, E. C. P. 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**, v. 34, n.4, p. 711-719, 2019.

NICI, L.; DONNER, C.; WOUTERS, E.; ZUWALLACK, R.; AMBROSINO, N.; BOURBEAU, J. American Thoracic Society/European Thoracic Society Pulmonary Rehabilitation Writing Committee. Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 173, n. 12, p. 1390-413, 2006.

PEREIRA, C. A. D. C.; SATO, T.; RODRIGUES, S. C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, p. 397-406, 2007.

PRETTO, C. R et al. O Tabagismo e o estresse oxidativo na Fisiopatologia da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. **Salão do Conhecimento**, v. 2, n. 2, 2016.

POLIDORI, M. C.; MECOCCHI, P.; STAHL, W.; SIES, H. Cigarette smoking cessation increases plasma levels of several antioxidant micronutrients and improves resistance towards oxidative challenge. **Br J Nutr**, v.90, p. 147-50, 2003.

REDDY, G. K. Photobiological basis and clinical role of low-intensity lasers in biology and medicine. **Journal of Clinical Laser Medicine and Surgery**, v.22, n.2, p.141-150, 2004.

RUAS, G.; COUTO, V. F.; PEGORARI, M. S.; OHARA, D. G.; JAMAMI, L. K.; JAMAMI, M. Avaliação da força muscular respiratória em mulheres fumantes. **Saúde Coletiva**, v. 10, n. 60, p. 13-17, 2013.

SOLWAY, S.; BROOKS, D.; LACASSE, Y.; THOMAS, S. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. **Chest**, v. 119, n. 1, p. 256-270, 2001.

SOUSA, C. A de et al. Doença pulmonar obstrutiva crônica e fatores associados em São Paulo, SP, 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 887-896, 2011.

TAITO, S et al. Pulmonary oxidative stress is induced by maximal exercise in young cigarette smokers. **Nicotine & Tobacco Research**, v. 14, n. 2, p. 243-247, 2011.

TRINDADE, A. M.; SOUSA, T. L. F. D.; ALBUQUERQUE, A. L. P. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros. **pulmão RJ**, v. 24, n. 1, p. 3-7, 2015.

TRISLTZ, C. M.; RUAS, G.; JAMAMI, L. K.; JAMAMI, M.; COUTO, V. F. AVALIAÇÃO DA TOLERÂNCIA AO ESFORÇO EM INDIVÍDUOS FUMANTE. **Fisioterapia em movimento**, v. 20, n. 4, 2017.

World Health Organization. Building blocks for tobacco control: a handbook. Geneva: **WHO**; 2004.

YASUE, H.; HIRAI, N.; MIZUNO, Y.; HARADA, E.; ITOH, T.; YOSHIMURA M, et al. Low-grade inflammation, thrombogenicity, and atherogenic lipid profile in cigarette smokers. **Circ J**, v.70, n.1, p. 8-13, 2006.

VELLOSO, M.; DRUMOND, M.N.S.G.T. Comparação da capacidade física de indivíduos sedentários tabagistas em relação a indivíduos sedentários não-tabagistas. **ConScientiae Saúde**, v.3, p. 49-58, 2004.



UNIVERSIDADE  
BRASIL

## APÊNDICE

### Apêndice 1 – Instrumento para coleta de dados

NOME: \_\_\_\_\_

PESO: \_\_\_\_\_ ALTURA: \_\_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_\_

FUMANTE ( ) EX-FUMANTE ( ) HÁ QUANTO TEMPO (ANOS)? \_\_\_\_\_

FUMANTE 1-10 anos ( ) FUMANTE 11-20 anos ( )

#### TERAPIA 1

VARIÁVEIS	PRÉ-INTERVENÇÃO (24 HORAS ANTES)	01 HORA APÓS A INTERVENÇÃO	24 HORAS APÓS A INTERVENÇÃO
CVF			
VEF1			
VEF1/CVF			
<b>Mobilidade tóraco-abdominal (cm)</b> Obs: posição em pé	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )
<b>TC6 (somente após Intervenção) distancia percorrida em metros Valor referencia: (494m) M (576m) Entre 400 e 700m</b>	----- ----- Obs:01 volta 30 met. Ida 15 met./volta 15 met.	<b>QUANTIDADE DE VOLTAS: ( ) EM METROS ( )</b>	<b>QUANTIDADE DE VOLTAS: ( ) EM METROS ( )</b>



APÓS TC6 min - TEMPO (sentado)	PA		FC		SPO <sub>2</sub>		ESCALA DE BORG(0 A 10)	
	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr
REPOUSO (antes do teste)								
FINAL DO TESTE								
1ºMINUTO (após o teste)								
3º MINUTO (após o teste)								
6º MINUTO (após o teste)								

\*Escala de Borg: quão pesada e extenuante é uma tarefa física.

## TERAPIA 2

VARIÁVEIS	PRÉ-INTERVENÇÃO (24 HORAS ANTES)	01 HORA APÓS A INTERVENÇÃO	24 HORAS APÓS A INTERVENÇÃO
CVF			
VEF1			
VEF1/CVF			
<b>Mobilidade tóraco- abdominal (cm)</b> Obs: posição em pé	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )	<b>Axilar:</b> insp max ( ) exp max ( ) <b>Xifoidiana:</b> insp.max( ) exp max ( ) <b>Abdominal:</b> insp.max( ) exp max ( )
<b>TC6 (somente após Intervenção)</b> <b>distancia percorrida em metros</b> <b>Valor referencia:</b>	----- ----- Obs:01 volta 30 met. Ida 15 met./volta 15 met.	<b>QUANTIDADE DE VOLTAS: ( )</b> <b>EM METROS ( )</b>	<b>QUANTIDADE DE VOLTAS: ( )</b> <b>EM METROS ( )</b>



UNIVERSIDADE  
BRASIL

F(494m) M (576m) Entre 400 e 700 m			
---------------------------------------	--	--	--

APÓS TC6 min – TEMPO(sentado)	PA		FC		SPO <sub>2</sub>		ESCALA DE BORG (0 A 10)	
	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr	01 hr	24 hr
REPOUSO (antes do teste)								
FINAL DO TESTE								
1ºMINUTO (após o teste)								
3º MINUTO (após o teste)								
6º MINUTO (após o teste)								

\*Escala de Borg: ..quão pesada e extenuante é uma tarefa física..

OBS: \_\_\_\_\_

TELEFONE: \_\_\_\_\_



**Modo de aplicação:** dispositivo em contato com a pele, a 90° e com leve pressão.



0	Nenhuma
0,5	Muito, muito leve
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderada
4	Pouca intensa
5	Intensa
6	
7	Muito intensa
8	
9	Muito, muito intensa
10	Máxima

Escala de Borg modificada

**VIA PESQUISADOR:**

**DIAS AGENDADOS TERAPIA 1 (Hashout 01 semana entre as terapias)::**

24 HORAS ANTES DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
DIA DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
24 HORAS PÓS-INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:

**DIAS AGENDADOS TERAPIA 2 (Hashout 01 semana entre as terapias):**

24 HORAS ANTES DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
DIA DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
24 HORAS PÓS-INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:

**VIA VOLUNTÁRIO:**

**DIAS AGENDADOS TERAPIA 1 (Hashout 01 semana entre as terapias)::**

24 HORAS ANTES DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
DIA DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
24 HORAS PÓS-INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:

**DIAS AGENDADOS TERAPIA 2 (Hashout 01 semana entre as terapias):**

24 HORAS ANTES DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
DIA DA INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:
24 HORAS PÓS-INTERVENÇÃO	DIA:	HORA:



UNIVERSIDADE  
BRASIL

## ANEXOS

### ANEXO 1 – Parecer do comitê de ética



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS E EX-TABAGISTAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, TRIPLO-CEGO E PLACEBO

**Pesquisador:** Thaline Daiane Castrillon Macedo

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 22933219.9.0000.5494

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE BRASIL

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.782.386

**Apresentação do Projeto:**

vide parecer anterior

**Objetivo da Pesquisa:**

vide parecer anterior

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

vide parecer anterior

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

vide parecer anterior

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

vide parecer anterior

**Recomendações:**

vide parecer anterior

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as inadequações foram sanadas pelos pesquisadores.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O colegiado acatou o parecer do relator ficando o protocolo na condição de APROVADO.

**Endereço:** RUA CAROLINA FONSECA, 235

**Bairro:** ITAQUERA

**UF:** SP

**Telefone:** (11)2070-0167

**Município:** SAO PAULO

**CEP:** 08.230-030

**E-mail:** comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br



UNIVERSIDADE  
BRASIL



UNIVERSIDADE BRASIL



Continuação do Parecer: 3.782.386

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1437989.pdf	02/12/2019 16:08:16		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_thaline_finalizado_revisado_V2_CF.docx	02/12/2019 16:04:04	CLEBER FERRARESI	Aceito
Outros	carta_anuencia.pdf	02/12/2019 15:56:19	Thaline Daiane Castrillon Macedo	Aceito
Outros	IPAQ_revisado_V2_CF.docx	01/12/2019 14:12:56	CLEBER FERRARESI	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	carta_resposta_V2_CF.pdf	01/12/2019 14:12:44	CLEBER FERRARESI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_revisado_V2_CF.docx	01/12/2019 14:12:11	CLEBER FERRARESI	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_Thaline_signed.pdf	30/09/2019 11:37:34	CLEBER FERRARESI	Aceito
Outros	CV_Lattes_Thaline.pdf	27/09/2019 09:53:14	CLEBER FERRARESI	Aceito
Outros	CV_Cleber_Ferraresi.pdf	26/09/2019 17:36:08	CLEBER FERRARESI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 18 de Dezembro de 2019

Assinado por:

**DANIEL SOUZA FERREIRA MAGALHAES**  
(Coordenador(a))

Endereço: RUA CAROLINA FONSECA, 235

Bairro: ITAQUERA

CEP: 08.230-030

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2070-0167

E-mail: comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br

Página 02 de 02

## ANEXO 2 – Termo de consentimento livre e esclarecido

Eu, \_\_\_\_\_, estou sendo convidado (a) a participar do estudo **“EFEITOS AGUDOS DA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS E A CAPACIDADE FUNCIONAL EM TABAGISTAS E EX-TABAGISTAS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO, TRIPLO-CEGO E PLACEBO CONTROLADO”**, com objetivo de avaliar os efeitos agudos da luz emitida por LEDs de baixa potência aplicada aos músculos respiratórios, sobre a função pulmonar e força muscular respiratória por meio de espirometria, mobilidade tóraco-abdominal por meio de cirtometria, e capacidade funcional por teste de caminhada de 6 minutos (TC6) em indivíduos tabagistas e ex-tabagistas. Esse presente estudo é de extrema importância para se compreender os efeitos da luz de LEDs aplicados em região de músculos respiratórios. Eu estou ciente que a minha participação no referido estudo será no sentido de realizar testes que incluem a realização de avaliação da função pulmonar e a minha capacidade funcional.

Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: perguntas relativas à minha saúde, avaliação do meu peso e altura, avaliação das batidas do coração, da pressão sanguínea e quanto oxigênio tenho no sangue por um aparelho colocado no meu dedo. Além disso, será realizado o teste para avaliação respiratória, que vai verificar a quantidade de entrada e saída de ar dos meus pulmões. Recebi, por outro lado, os esclarecimentos sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo como: o risco ocular (luz dos LEDs sobre os olhos) será minimizado pelo uso de óculos de proteção será obrigatório durante a aplicação da luz.

Se durante a execução do teste de caminhada (TC6), ou durante a avaliação da função dos meus pulmões, eu me sentir fadigado e/ou com falta de ar, estou ciente que poderei parar o teste a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou constrangimento. A verificação do peso e altura será realizada individualmente para evitar possíveis constrangimentos em público. No que se refere ao transporte e alimentação, o ressarcimento será realizado pelos pesquisadores, quando necessário. Fui orientado que não é necessário jejum, porém devo evitar comer excessivamente antes do exame; não devo ingerir bebidas com cafeína como café e chá 04 horas antes do exame; e os fumantes devem suspender o cigarro por 02

horas antes do exame. Por fim, estou ciente que ficarei 10 minutos sentado de repouso antes da realização do exame.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar e por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são Professor Dr. Cleber Ferraresi e a mestranda Thaline Daiane Castrillon Macedo, vinculados a Universidade Brasil. Com eles poderei manter contato pelos telefones 1999733-4294 e 6599975-1961. É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo.

Tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo devo ligar para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Brasil (11) 20700025 sediado a Rua Carolina Fonseca, 235, Jd Santana, SP- Capital ou mandar um *e-mail* para [comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br](mailto:comite.etica.sp@universidadebrasil.edu.br)

Barra do Bugres, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2020

\_\_\_\_\_  
*Nome e assinatura do sujeito da pesquisa*

\_\_\_\_\_  
*Thaline Daiane Castrillon Macedo – Discente pesquisadora*