



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Melissa Daniel Silva

**Efeitos da terapia com fotobiomodulação no desempenho de corredores na  
prova de 5000 metros**

Araranguá  
2020

Melissa Daniel Silva

**Efeitos da terapia com fotobiomodulação no desempenho de corredores na  
prova de 5000 metros**

Dissertação de Mestrado submetido ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Diefenthaler

Coorientador: Prof. Dr. Rodolfo André Dellagrana

Araranguá

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Silva, Melissa Daniel

Efeitos da terapia com fotobiomodulação no desempenho de corredores na prova de 5000 metros / Melissa Daniel Silva ; orientador, Fernando Diefenthaler, coorientador, Rodolfo André Dellagrana, 2020.

51 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, Araranguá, 2020.

Inclui referências.

1. Ciências da Reabilitação. 2. Terapia de fotobiomodulação. 3. Recurso ergogênico. 4. Desempenho de corrida. I. Diefenthaler, Fernando. II. Dellagrana, Rodolfo André. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação. IV. Título.

Melissa Daniel Silva

**Efeitos da terapia com fotobiomodulação no desempenho de corredores na prova de 5000 metros**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Rafael Barbosa, Dr.

UFSC

Prof. Bruno Manfredini Baroni, Dr.

UFCSPA

Prof. Mateus Rossato, Dr.

UFAM

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Ciências da Reabilitação.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.

Orientador

Araranguá, 2020.

## RESUMO

A Terapia de Fotobiomodulação (PBMT) é uma técnica que utiliza formas não ionizantes de fontes de luz, incluindo lasers e diodos emissores de luz (LEDs). Comumente usada para fins terapêuticos, tem demonstrado efeitos positivos sobre a dor, inflação e regeneração tecidual. Na última década, a PBMT também tem sido utilizada como um recurso ergogênico para retardar a ocorrência da fadiga muscular, e conseqüentemente melhorar o desempenho em diversos tipos de exercícios físicos. No entanto, até o presente momento, poucos foram os estudos que avaliaram os efeitos da PBMT em exercícios com maior validade ecológica, visto que a maioria dos estudos até o momento foi realizada em ambiente controlado. Assim, esse estudo teve como objetivo verificar os efeitos da PBMT no desempenho de corredores durante uma prova de 5000 m. Oito corredores foram submetidos a um estudo randomizado, duplo-cego e placebo-controlado, dividido em 3 fases com intervalo mínimo de 7 dias e no máximo 14 dias entre elas. Na primeira fase, os participantes realizaram um teste incremental máximo de corrida em esteira. Nas outras duas fases (2ª e 3ª), os corredores realizaram uma corrida de 5000 m na pista de atletismo com dois diferentes tratamentos (placebo ou PBMT - 1200 J por membro) aplicados previamente ao início do teste, de forma randomizada. Os atletas realizaram os saltos verticais [*Countermovement Jump* (CMJ) e *Squat Jump* (SJ)] antes e imediatamente após o término da prova de 5000 m. O teste t pareado foi utilizado para comparar o tempo total na prova de 5000 m entre os tratamentos PBMT e placebo. ANOVA de medidas repetidas com dois fatores (tempo e tratamento) foi usada para comparar os resultados do tempo parcial, percepção subjetiva de esforço (PSE), CMJ e SJ. A magnitude da diferença (PBMT vs placebo) de cada variável foi avaliada usando o tamanho do efeito (TE). Foi adotado o nível de significância de 5%. Não foi verificada diferença significativa entre as condições placebo e PBMT ( $p > 0,05$ ;  $TE = 0,06$ ) com relação ao tempo total na prova simulada de 5000 m. Não houve interação do tempo parcial durante a prova de 5000 m ( $p = 0,365$ ) e efeito do tratamento ( $p = 0,403$ ). No entanto, foi observado efeito do tempo ( $p = 0,006$ ), indicando que os corredores realizaram os primeiros 1000 m com menor tempo em comparação a penúltima parte da prova (3000 a 4000 m) em ambas as condições que realizam a prova de 5000 m. Para a PSE, não foi observada interação ( $p = 0,729$ ), bem como não existiu efeito do tratamento ( $p = 0,243$ ). Com

relação aos saltos verticais, não foi encontrado efeito do tratamento (CMJ:  $p= 0,981$  e SJ:  $p= 0,674$ ). Em conclusão, a PBMT previamente ao exercício aeróbio não se mostrou efetiva para a melhora no desempenho de corredores em prova simulada de 5000 m.

**Palavras-chave:** Terapia de fotobiomodulação. Recurso ergogênico. Desempenho de corrida.

## ABSTRACT

A Photobiomodulation Therapy (PBMT) is a technique that uses non-ionizing forms of light sources, including lasers and light-emitting diodes (LEDs). Commonly used for therapeutic purposes have demonstrated positive effects on pain, inflammation, and tissue regeneration. In the last decade, PBMT has also been used as an ergogenic resource to delay the occurrence of muscle fatigue and, consequently, improve performance in different types of physical exercises. However, so far, there are few studies that evaluated the effects of PBMT in exercises with greater ecological validity, since most studies so far have been carried out in a controlled environment. Thus, this study aimed to verify the effects of PBMT on performance during a 5000 m race. Eight runners completed a randomized, double-blind, placebo-controlled study, divided into 3 phases with of 7-14 days interval between them. In the first phase, participants performed a maximum incremental test on a treadmill. In the other two phases (2nd and 3rd) participants performed a 5000 m run on the athletics track with two different modes (placebo or PBMT-1200 J per member) applied immediately before running tests. Participants performed vertical jumps [Countermovement Jump (CMJ) and Squat Jump (SJ)] before and after the 5000 m tests. The t test was used to compare the total time between PBMT and placebo conditions. The repeated measures ANOVA with two factors (time and treatment) was used to compare the results of part-time, perceived exertion (PSE), CMJ, and SJ. A magnitude of difference (PBMT vs. placebo) for each variable was assessed using the effect size (ES). The significance level was set at  $p < 0.05$ . There was no significant difference between placebo and PBMT conditions ( $p > 0.05$ ; TE= 0.06) in relation to the total time at the 5000 m simulated race. There was no interaction between part time during the 5000 m race ( $p = 0.365$ ) and the treatment effect ( $p = 0.403$ ). However, an effect of time was observed ( $p = 0.006$ ), indicating that runners performed the first 1000 m with less time compared to the penultimate part of the race (3000 to 4000 m) in both conditions. For PSE, no interaction was observed ( $p = 0.729$ ) as well as no treatment effect ( $p = 0.243$ ). Regarding vertical jumps, no treatment effect was found (CMJ:  $p = 0.981$  and SJ:  $p = 0.674$ ). In conclusion, PBMT prior to aerobic exercise was not effective for improving the performance of runners in a simulated 5000 m race.

**Keywords:** Photobiomodulation therapy. Ergogenic feature. Running performance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Revisão de literatura.....	21
YFigura 1 - Desenho do Estudo.....	25
Figura 2 - Parâmetro e pontos de aplicação da terapia com fotobiomodulação (PBMT).....	27
Tabela 1 - Média e desvio padrão das variáveis $vVO2MAX$ , PV e $vPCR$ durante as corridas de 5000 m nas condições placebo e PBMT.....	30
Figura 3 - Tempo total na prova de 5000 m nas condições placebo e terapia de fotobiomodulação (PBMT).....	31
Figura 4 - Média e desvio padrão do tempo durante a prova de 5000 m nas condições placebo e PBMT. Efeito do tempo – $a \neq 1000$ m.....	31
Figura 5 - Média e desvio padrão do comportamento da percepção subjetiva de esforço (PSE) dos membros inferiores durante a prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT). Efeito do tempo – $a \neq 0$ m; $b \neq 1000$ m; $c \neq 2000$ m; $d \neq 3000$ m; $e \neq 4000$ m.....	32
Figura 6 - Média e desvio padrão do desempenho dos saltos verticais com contramovimento (CMJ) e sem contramovimento (SJ) pré e pós prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT). Efeito do tempo – $a \neq$ pré na condição placebo; $b \neq$ pré na condição PBMT.....	33
Tabela 2 - Dados meteorológicos durante a prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT).....	33



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Adenosina Trifosfato
cm <sup>2</sup>	Centímetro Quadrado
CO <sub>2</sub>	Dióxido de Carbono
EC	Economia de Corrida
ESEFID	Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança
FC	Frequência Cardíaca
FC <sub>MAX</sub>	Frequência Cardíaca Máxima
h	Hora
Hz	Hertz
J	Joule
Laser	Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação
LED	Diodos Emissores de Luz
m	Metro(s)
MASER	Amplificação de Micro-Ondas por Emissão Estimulada de Radiação
mW	Miliwatts
nm	Nanometro
O <sub>2</sub>	Oxigênio
PBMT	Terapia de Fotobiomodulação ( <i>Photobiomodulation therapy</i> )
PCR	Ponto de Compensação Respiratório
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
PV	Pico de Velocidade
s	Segundo
TE	Tamanho do Efeito
TEPT	Transtorno do Estresse Pós-Traumático
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VO <sub>2MAX</sub>	Consumo Máximo de Oxigênio
VO <sub>2</sub> PCR	Consumo de Oxigênio Referente ao Ponto de Compensação Respiratória
vPCR	Velocidade Referente ao Ponto de Compensação Respiratória
vVO <sub>2MAX</sub>	Velocidade Associada ao Consumo Máximo de Oxigênio
W	Watts

## SUMÁRIO

<b>Y1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>13</b>
1.1.2	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>13</b>
1.2	HIPÓTESE.....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1	CONTEXTO HISTÓRICO DA FOTOBIMODULAÇÃO.....	14
2.2	PRINCÍPIOS E PARÂMETROS BÁSICOS DA FOTOBIMODULAÇÃO.....	16
2.3	FOTOBIMODULAÇÃO E EXERCÍCIO COM PREDOMINÂNCIA DO SISTEMA AERÓBIO.....	17
<b>3</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>23</b>
3.1	DESENHO DO ESTUDO.....	23
3.2	LOCAL DO ESTUDO.....	23
3.3	PARTICIPANTES.....	23
3.3.1	<b>Participantes do estudo.....</b>	<b>23</b>
3.3.2	<b>CrITÉrios de inclusão e exclusão.....</b>	<b>23</b>
3.4	PROCEDIMENTOS.....	24
3.4.1	<b>Delineamento da pesquisa.....</b>	<b>24</b>
3.4.2	<b>Teste incremental máximo.....</b>	<b>25</b>
3.4.3	<b>Randomizao e cegamento.....</b>	<b>26</b>
3.4.3	<b>Terapia com fotobiomodulao.....</b>	<b>26</b>
3.4.4	<b>Corrida de 5000 m.....</b>	<b>27</b>
3.4.5	<b>Saltos verticais.....</b>	<b>28</b>
3.4.6	<b>Dados Meteorolgicos.....</b>	<b>28</b>
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
3.6	ASPECTOS TICOS.....	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE A – RECORDATÓRIO ALIMENTAR – 24 HORAS.....</b>	<b>44</b>
	<b>ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).....</b>	<b>45</b>
	<b>ANEXO B – PARECER SUBSTANCIADO DO CEP.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O termo terapia defotobiomodulação (*Photobiomodulation Therapy* - PBMT) é definido como uma terapia de luz que utiliza formas não ionizantes de fontes de luz visível (geralmente de cor vermelha) ou invisível (infravermelho), incluindo lasers (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* – Amplificação da Luz pela Emissão Estimulada de Radiação) e diodos emissores de luz (LEDs) (ANDERS; LANZAFAME; ARANY, 2015). A PBMT está associada à melhora na função celular, devido a alterações bioquímicas que podem ocorrer por intermédio de fotorreceptores celulares que são capazes de absorver as partículas de luz (BÉLANGER, 2012).

Há cerca de 12 anos, desde a publicação do primeiro estudo envolvendo os efeitos da PBMT com terapia laser de baixa intensidade na melhora da fadiga muscular (LEAL-JUNIOR et al., 2008), o conhecimento neste campo tem aumentado exponencialmente. De acordo com Leal-Junior et al. (2019) houve um aumento expressivo de estudos utilizando PBMT associada ao exercício físico na última década (de 12 publicações em 2013 para 39 publicações em 2017). Desde então, a PBMT também tem sido estudada como um recurso ergogênico para retardar a ocorrência da fadiga muscular, e consequentemente melhorar o desempenho em diversos tipos de exercícios físicos e reduzir os sinais de fadiga muscular (VANIN et al., 2017).

Em geral, a PBMT pode reduzir a fadiga muscular por três mecanismos: (1) ressíntese de ATP mitocondrial; (2) ressíntese de fosfocreatina e (3) aumento na oxidação de lactato pela mitocôndria (FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012). Na célula muscular, os efeitos da PBMT estão especialmente ligados à mitocôndria, uma vez que a mitocôndria apresenta grande sensibilidade a PBMT, aumentando o metabolismo respiratório celular (MANTEÍFEL; KARU, 2005).

As corridas de meio-fundo e fundo, por exemplo, apresentam predominância do metabolismo aeróbio (BOMPA; HAFF, 2001). Atletas de provas de fundo (i.e., maratonas) realizam treinamentos específicos priorizando o aumento da capacidade e potência aeróbia, o que consequentemente influencia positivamente no desempenho (KIM; PARK; LIM, 2016). Dentre as estratégias utilizadas para melhorar o desempenho físico ou aumentar os ajustes induzidos pelo treinamento físico esportivo, destaca-se a utilização de recursos ergogênicos por meio de

estratégias nutricionais (i.e., ajuste na quantidade de micros e macros nutrientes), métodos farmacológicos (i.e., drogas ilícitas) ou técnica psicológica (melhorando a função cognitiva e intensificando força mental) (PEREIRA; SOUZA JÚNIOR, 2012).

Considerando os efeitos benéficos da PBMT na atividade mitocondrial, e conseqüentemente no aumento do desempenho aeróbio (DE MARCHI et al., 2012; MIRANDA et al., 2016; DELLAGRANA et al. 2018a), a aplicação deste tratamento previamente ao exercício físico pode ser utilizada como recurso ergogênico. Ou seja, uma alternativa proveitosa para a melhora no desempenho muscular, principalmente em atletas que realizam atividades de predominância aeróbia (DELLAGRANA, 2018a). Até o presente momento, estudos envolvendo PBMT e testes de corrida em laboratório (i.e., esteira ergométrica) observaram melhora no desempenho (DE MARCHI et al., 2012; FERRARESI et al., 2015; MIRANDA et al., 2016; DELLAGRANA et al., 2018a).

Ao comparar voluntários destreinados submetidos à aplicação prévia de PBMT ou placebo, De Marchi et al. (2012) observaram que houve aumento no desempenho quando os indivíduos foram submetidos a condição PBMT antes do exercício de corrida de intensidade progressiva, com aumento significativo do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MAX}$ ), tanto em valores absolutos quanto em valores relativos, bem como o aumento no tempo para atingir a exaustão, redução no tempo de recuperação de lactato após o exercício. Miranda et al. (2016), em estudo similar analisando voluntários destreinados verificaram que a condição PBMT, aplicada antes do teste progressivo na esteira, aumentou a distância percorrida. Dellagrana et al. (2018a) observou possíveis e prováveis efeitos positivos após a aplicação de PBMT na economia neuromuscular durante teste de corrida submáxima em esteira a 8 e 9 km/h em atletas recreacionais. Ao avaliar o efeito da PBMT na ativação muscular em corredores recreacionais, Dellagrana et al. (2018b) verificou que diferentes doses de energia afetaram positivamente os parâmetros fisiológicos e de desempenho durante os testes de corrida, contudo, doses de 30 J por ponto apresenta maiores benefícios em comparação com doses de 15 e 60 J.

É importante ressaltar, que testes em laboratório permitem controlar a inclinação da esteira (normalmente de 1%) e a resistência do ar, o que oferece menor resistência para o corredor (LIMA, 2015). O efeito da resistência do ar em um corredor representa em torno de 8% do gasto calórico em uma corrida de 5000m (LIMA, 2015). Testes que mensuram as variáveis relacionadas à economia de

corrida em ambientes laboratoriais controlados dificultam a obtenção dos dados que representem diretamente o ambiente externo e as condições de competição (LIMA, 2015). Até o presente momento, estudos que avaliaram os efeitos da PBMT na corrida foram realizados em sua grande maioria em laboratórios (DE MARCHI et al., 2012; FERRARESI et al., 2015; MIRANDA et al., 2016; DELLAGRANA et al., 2018b; DELLAGRANA, 2018). Apenas em 2019, Peserico et al. avaliaram corredores em ambientes externo. Portanto, há carência de estudos verificando os efeitos da PBMT aplicada imediatamente antes de uma corrida simulada de meia distância com alta validade externa. Assim, o presente estudo pretende responder a seguinte pergunta de pesquisa: A aplicação da PBMT é capaz de melhorar o desempenho de corredores durante uma prova de 5000 m?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Verificar os efeitos da PBMT no desempenho de corredores de fundo durante uma prova simulada de 5000 m.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Avaliar e comparar o tempo total e parcial (por quilômetro) entre as condições PBMT e placebo;

Avaliar e comparar a percepção subjetiva de esforço dos membros inferiores entre as condições PBMT e placebo;

Analisar o desempenho de saltos verticais pré e pós corrida nas condições PBMT e placebo.

## 1.2 HIPÓTESE

A aplicação prévia da PBMT apresentará melhores resultados para as variáveis de desempenho (tempo total e parcial por volta; PSE e saltos verticais) na prova de 5000 m em comparação ao placebo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico está organizado em 3 tópicos, de modo que, ao realizar sua leitura, será possível compreender o contexto histórico da PBMT, bem como os princípios básicos da luz LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* – Amplificação da Luz pela Emissão Estimulada de Radiação) e LED (abreviação para *Light Emitting Diodes* - Diodos Emissores de Luz) e sua aplicação no exercício físico, especialmente a corrida de longa duração. Ao primeiro tópico cabe fazer um esclarecimento do contexto histórico da fotobiomodulação. Já o segundo tópico apresenta os princípios básicos da luz laser. O terceiro e último tópico traz os princípios e parâmetros básicos da fotobiomodulação e os exercícios de longa duração bem como o levantamento dos estudos realizados até o momento com exercícios de longa duração e PBMT, respectivamente.

### 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA FOTOBIMODULAÇÃO

Historicamente, foi a partir do século XVII que houve as grandes descobertas envolvendo os campos da óptica, dentre elas, a propagação de luz pelos meios materiais. No início de 1800, Thomas Young validou a concepção ondulatória da luz após estudar ondas sonoras e sua interferência. Já no século XX, a ciência demonstrou que apesar de Isaac Newton e Christia Huygens na época elaborarem teorias distintas, ambos estavam certos quanto à luz possuir um caráter dual de onda e de partícula. James Clerck Maxwell observou que a própria luz era uma forma de onda eletromagnética, porém este fato só foi provado cientificamente com os famosos experimentos de Heirinch Rudolf Hertz (BAGNATO, 2008a; 2008b).

Einsten, em 1917, na tentativa de presumir um comportamento quântico mais simples possível das moléculas, utilizando os conceitos da teoria quântica apresentado por Mark Plank propôs o conceito biofísico teórico de emissão estimulada da radiação, que se tornou o pressuposto ao processo central da produção de uma luz laser (EINSTEIN, 2005). Oleg Vladimirovich Losev, cientista russo, no ano de 1927, noticiou a invenção de um LED que envolvem a transferência direta de energia elétrica para a luz nas revistas russas, alemãs e britânicas, assumindo que suas observações eram um efeito reverso ao efeito fotoelétrico de Einsten.

Durante o final da década de 20 até 1940 alguns outros experimentos foram realizados com LED, mas segundo os pesquisadores não foi possível nenhum aprofundamento com os estudos devido à baixa quantidade de fabricação de LED impedir que os pesquisadores realizassem um estudo mais aprofundado desses materiais (NAIR; DHOBLE, 2015).

Em Dezembro de 1953 Charles Hard Townes e colaboradores construíram um sistema capaz de excitar moléculas e retirar delas a energia com um fraco feixe de luz, que incorporava a si mesmo a energia, ficando conhecido como MASERS (acrônimo para *Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation*– Amplificação de Micro-ondas por Emissão Estimulada de Radiação), foi somente em 1958 que houve maior progresso na produção de um MASER de luz visível, a evolução do MASER para o LASER se deu após 2 anos, quando o então físico Theodore Maiman construiu o primeiro laser de Rubi (BAGNATO, 2008a, 2008b).

Alguns anos após a invenção do primeiro laser de Rubi, Endre Mester em 1966, ficou conhecido como o "Pai da Fotobiomodulação", inicialmente o experimento tinha o intuito de tratar um paciente com melanoma metastático avançado, apesar de não obter sucesso em tal experimento, começou então a estudar os possíveis efeitos colaterais do laser quando aplicado na pele, sendo o primeiro a documentar que a irradiação constante não produzia câncer na pele. Descobriu os efeitos biológicos dos lasers de baixa potência na recuperação de incisões feitas em pele de ratos que eram submetidos ao tratamento com laser. Esse foi o primeiro experimento que documentou a lei biofísica de Arndt-Schulz para o laser. Após essa descoberta, Mester começou a tratar úlceras e feridas da pele e da mucosa humana que não cicatrizam e obteve sucesso no processo de recuperação. (MESTER; MESTER, 2017).

Além dos estudos já realizados comprovando a eficácia da PBMT na cicatrização de feridas, na terapia antiinflamatória e da dor, na pesquisa científica e clínica, atualmente a terapia com luz mostrou capacidade de aumentar o fluxo sanguíneo cerebral regional, a oxigenação dos tecidos e melhorar a memória, o humor e a função cognitiva (HAMBLIN, 2018). Novos e instigantes territórios estão sob investigação em relação a eventos traumáticos (acidente vascular cerebral, lesão cerebral e isquemia global), doenças degenerativas (doença de Alzheimer e Parkinson) e transtornos psiquiátricos (TEPT e ansiedade-depressão) (MESTER, 2013). Parece que o ditado do Endre Mester: "o laser é uma solução que procura um

novo problema" tem grande valia na atualidade (MESTER, 2013).

As tecnologias baseadas na luz são consideradas vitais para os avanços atuais e futuros em energia, medicina, informação e comunicações, fibra ótica, agricultura, mineração, astronomia, arquitetura, arqueologia, entretenimento, arte e cultura entre outras utilidades que possam beneficiar a população de um modo geral (NAIR; DHOBLE, 2015).

## 2.2 PRINCÍPIOS E PARÂMETROS BÁSICOS DA FOTOBIMODULAÇÃO

O termo *Photobiomodulation Therapy-PBMT* é atualmente usado para identificar as terapias de luz que utilizam formas não ionizantes de fontes de luz, incluindo os lasers e LEDs (ANDERS; LANZAFAME; ARANY, 2015). Já a palavra terapia é usada em referencia à melhora da função celular (BÉLANGER, 2012)

O LASER possui ampla abrangência e constitui uma das mais ativas áreas da investigação científica. Seu funcionamento é baseado nas leis fundamentais da interação da radiação luminosa com a matéria (BAGNATO, 2008a; 2008b). O LASER, desde sua descoberta, é utilizado amplamente na área médica e constitui uma das mais ativas áreas de estudos científicos, neste mesmo cenário científico encontram-se os LEDs (NAIR; DHOBLE, 2015)

A biofísica do laser e LED é um assunto muito complexo, retratar em sua totalidade é algo extremamente extenso e que está fora do domínio desta dissertação. Contudo, um breve conhecimento das propriedades da luz faz-se necessário. As propriedades da luz laser são: (1) monocromaticidade, característica na qual implica em fótons com mesmo comprimento de onda e conseqüentemente mesma cor; (2) coerência, fótons que trafegam na mesma direção; (3) colimação onde o feixe de luz foca com precisão a área alvo; tais propriedades possibilitam que as ondas provenientes da radiação laser tenham sincronismo em relação ao tempo e ao espaço, movendo-se de maneira organizada (KITCHEN, 2003).

Apesar da semelhança do ponto de vista de luz emitida entre as fontes de luz LASER e LED, é importante ressaltar que elas possuem uma diferença básica, sendo que o LED não apresenta colimação e coerência quando comparado à luz LASER, mas produz uma banda de espectro eletromagnético próxima do LASER (CORAZZA, 2005). Porém a coerência é contida ao longo das primeiras camadas de pele, antes mesmo das moléculas fotorreceptoras absorverem os fótons (KARU,



2003). Devido aos equipamentos compostos por LEDs serem mais econômicos, tornam-se uma boa alternativa para os estudos envolvendo PBMT visto o alto custo dos equipamentos com luz laser, sendo que os efeitos terapêuticos demonstram estar intimamente relacionados ao comprimento de onda e a dose aplicada do que propriamente a tipo de luz emitida (MALDONADO, 2013).

Para fins terapêuticos alguns parâmetros da PBMT são imprescindíveis para nortear adequadamente o uso dos equipamentos utilizados para tal fim, sendo a energia (ou dose) um dos principais parâmetros de controle relacionado à eficiência da PBMT (HUANG et al., 2011). Diante disso, conceituar algumas grandezas físicas faz-se necessário para um melhor entendimento geral dos procedimentos com luz laser e LED:

- Potência: Indica a taxa de energia emitida por unidade de tempo e é expressa em Watt (W) ou joules por segundo (J/s).
- Energia: Estabelece à quantidade de luz empregada no tecido alvo, como unidade de referência é o utilizado o joule (J) para mensurá-la.
- Densidade de Potência: É a energia aplicada por área do feixe de luz multiplicada pelo tempo de radiação, desta forma, é expressa em Watt por centímetro quadrado ( $W/cm^2$ ).
- Densidade de Energia: Também denominada de dose ou fluência, esta grandeza retrata a quantidade de energia empregada ao tecido pela área de irradiação do equipamento, isto é, equivale à quantidade de energia por unidade de área multiplicada pelo tempo de radiação ( $J/cm^2$ ).

### 2.3 FOTOBIMODULAÇÃO E EXERCÍCIO COM PREDOMINÂNCIA DO SISTEMA AERÓBIO

A busca pela melhora do desempenho esportivo tem intrigado pesquisadores, devido à necessidade de encontrar um recurso ergogênico não farmacológico que possa ser realmente utilizado sem possíveis penalizações aos atletas e equipes. Atualmente, a PBMT tem sido utilizada como um recurso ergogênico não farmacológico para retardar a ocorrência da fadiga muscular em diversos tipos de exercícios físicos (ZAGATTO et al., 2016; DE MARCHI et al., 2017; DELLAGRANA et al., 2018a). Há aproximadamente 15 anos, foi realizado o primeiro

estudo com modelo animal com o intuito de reduzir os sinais de fadiga muscular utilizando a PBMT (LOPES-MARTINS et al., 2006). De acordo com os resultados foi verificado aumento no número de contrações musculares tetânicas do tibial anterior de ratos que foram submetidos à PBMT antes da primeira contração muscular.

Dois anos após o primeiro estudo em modelo animal, outros grupos de pesquisadores começaram a averiguar os efeitos da PBMT no desempenho em modelo experimental (LEAL JUNIOR et al., 2008; LEAL JUNIOR et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2014; VANIN et al., 2016). Modelos de estudo experimentais são caracterizados pela manipulação da variável de exposição/intervenção, nestes casos a PBMT, ou seja, os estudos realizaram a análise dos efeitos que a PBMT produz no processo de fadiga em humanos. No estudo de Leal Junior et al. (2008), foi verificado que os voluntários submetidos a PBMT, aplicada previamente a prática de exercício (flexão de cotovelo no Banco Scott) aumentaram significativamente o número médio de repetições e apresentaram um aumento na remoção de lactato sanguíneo e redução do dano muscular, o que por sua vez proporcionou aos atletas uma rápida recuperação muscular entre sessões de exercícios em comparação aos sujeitos não submetidos a PBMT.

Em contrapartida, Gorgey et al. (2008) não encontraram diferença entre o grupo que foi submetido à PBMT antes de realizar um protocolo de indução a fadiga comparado à condição placebo. Contudo, os próprios autores acreditam que o baixo número de indivíduos avaliados (5 participantes) pode ter influenciado nos resultados encontrados. Assim como os estudos anteriores, várias investigações buscaram mostrar o efeito da PBMT em exercícios de curta duração (VANIN et al., 2016). No entanto, recentemente, muitos estudos têm como objetivo investigar os efeitos da PBMT em atividades com predominância do metabolismo oxidativo (DE MARCHI et al., 2012; FERRARESI et al., 2015; DELLAGRANA et al., 2018), bem como exercícios em ambientes não controlados (PINTO et al., 2016; DE MARCHI et al., 2019; PESERICO et al., 2019).

Em razão das mitocôndrias serem apontadas como um dos principais fotorreceptores celulares, os efeitos da PBMT estão intimamente relacionados com a atividade mitocondrial, visto a grande sensibilidade que tais organelas manifestam diante da energia luminosa, tal como o aumento do metabolismo respiratório celular (MANTEIFEL; KARU, 2005). Em exercícios de média e longa duração é sabido que há predominância do metabolismo aeróbio de energia (GASTIN, 2001), associado a

isso, a PBMT pode beneficiar fortemente os processos de recuperação de lesões musculares, diminuição da inflamação e o estresse oxidativo, da mesma maneira que pode retardar o processo de fadiga e lesão muscular (FERRARESI et al. 2012).

A PBMT associada ao exercício aeróbio é capaz de gerar mudanças estruturais e funcionais nas mitocôndrias, tais como aumento no tamanho (mitocôndria gigante) e maior atividade enzimática respectivamente, conseqüentemente a isso há o aumento na eficiência da respiração celular devido a melhora da atividade da enzima citocromo c oxidase e na cadeia transportador de elétrons do músculo esquelético (HAYWORTH et al., 2010), potencializando a ressíntese de ATP durante atividades de média e longa duração (HUANG et al., 2011; SILVEIRA et al., 2009).

Nos estudos desenvolvidos para avaliar o efeito da PBMT ao exercício aeróbio são utilizados diferentes parâmetros de aplicação da PBMT bem como diferentes métodos de avaliação. No Quadro 1 é possível observar os parâmetros de aplicação da PBMT, o tipo de atividade realizada e os principais resultados dos estudos experimentais realizados com atividades predominantemente aeróbias.

Dos 14 estudos analisados, sendo a maioria deles (8 estudos) em esteira, apenas um estudo (MALTA et al. 2016) não observou resultados significativos quando a PBMT foi associada ao exercício aeróbio de longa duração. Os demais estudos que avaliarem corredores em esteira, sejam eles treinados ou não, observaram aumento no  $VO_{2MAX}$  e no tempo de exaustão e redução do estresse oxidativo induzido pelo exercício e danos muscular, em comparação à condição placebo (DE MARCHI et al. 2012). Ferraresi et al. (2015) relataram melhora na cinética do  $VO_{2MAX}$ , aumento do tempo de exercício e redução no dano e fadiga muscular após aplicação da PBMT.

Miranda et al. (2016) analisaram o efeito da PBMT aplicada previamente a um teste incremental máximo em esteira em 20 indivíduos não treinados, divididos em dois grupos (controle e PBMT). O grupo que recebeu o tratamento com a combinação de lasers e LEDs aumentou o tempo, distância e ventilação pulmonar e diminuiu o escore de dispneia durante o teste cardiopulmonar, quando comparados com o grupo placebo. Dellagrana et al. (2018b) ao submeteram corredores recreacionais a teste de corrida submáxima em esteira aplicando previamente ao teste diferentes doses de PBMT observaram melhora na economia neuromuscular (redução da atividade elétrica muscular), sendo que a dose de 15 J por ponto (dose

total de 420 J) apresentou os melhores resultados em comparação à condição placebo. Os mesmos autores (DELLAGRANA et al., 2018a), observaram que a PBMT afetou positivamente os parâmetros fisiológicos e de desempenho durante os testes de corrida. Entretanto, a inferência baseada na magnitude reportou que a PBMT aplicada com doses de 30 J por ponto apresentou maiores efeitos benéficos em comparação as doses de 15 J e 60 J por ponto.

Ferreira Junior et al. (2018) ao avaliarem indivíduos submetidos a PBMT previamente a teste de exaustão em esteira, observaram melhora na resposta da frequência cardíaca (FC) durante o exercício comparado com a condição placebo. De maneira similar, ao avaliar 26 jovens saudáveis, fisicamente ativos em teste de exaustão em esteira, com aplicação de PBMT antes do exercício, Mezzaroba et al. (2018) relataram uma modificação da resposta cardiorrespiratória, afetando a tolerância de corrida durante o teste incremental, diminuição do lactato sanguíneo e a PSE em comparação ao placebo.

Três dos cinco estudos que avaliaram ciclistas observaram aumento no pico de captação de  $O_2$ , melhora na cinética do  $VO_2$  e aumento no tempo de exaustão. (SILVA ALVES et al. 2014; LANFERDINI et al. 2017a, 2017b). Contudo, Beltrame et al. (2018) realizaram um estudo envolvendo 8 jovens adultos saudáveis, durante exercício moderado em ciclo ergômetro, que receberam PBMT (6h e 30 min pré teste) e/ou placebo no quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural. As comparações dentro e entre os grupos não revelaram diferença entre o grupo placebo e PBMT na dinâmica do sistema aeróbico, sendo que para tal foi analisado a captação pulmonar de  $O_2$ , o dióxido de carbono, o débito cardíaco, a FC, o volume sistólico e a dinâmica das diferenças arteriovenosas totais de oxigênio. E recentemente, Carvalho et al. (2020) ao avaliarem as variáveis de  $VO_{2max}$ , análise de lactato no sangue, a percepção de esforço, a termografia de infravermelhos, e avaliações isocinético em 48 atletas amadores de ciclismo em teste incremental, relataram que a PBMT quando não associada ao treinamento, não foi capaz de produzir um efeito cumulativo no desempenho dos participantes. Contudo, a associação de dois comprimentos de onda parece ser melhor para aumentar o desempenho.

## Quadro - Revisão de literatura

Referência	Amostra	Parâmetros Utilizados na PBMT					Atividade Realizada	Principais Resultados
		$\lambda$	n pontos por membro	Dose total por membro	Tempo de aplicação (s)	Músculo		
De Marchi et al. (2012)	22 voluntários do sexo masculino não treinados.	810 nm	12	360 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais e Gastrocnêmio</i>	Teste de exaustão em esteira	PBMT aumentou significativamente o VO2 máximo e tempo de exaustão sem alterar os limiares aeróbicos e anaeróbicos. Diminuiu as atividades das enzimas SOD, CK e LDH. O uso de PBMT pré exercício de corrida aumenta o desempenho, diminuiu o estresse oxidativo induzido pelo exercício e danos muscular.
Da Silva Alves et al. (2014)	18 participantes não treinados entre homens e mulheres (9 homens)	660-850 nm	4	56J	20"	<i>Quadríceps e Gastrocnêmio</i>	Teste de exercício cardiopulmonar em cicloergômetro até a exaustão	A PBMT aumentou significativamente pico de captação de O2 ( $\uparrow$ eficiência cardiovascular). Não causou impacto significativo na fadiga muscular.
Ferraresi et al. (2015)	1 corredor de elite do sexo masculino	850±20 nm	6	150 J	15"	<i>Biceps brachii, triceps brachii, external oblique, latissimus dorsi, quadriceps, biceps femoris, tibialis anterior, peroneus longus, gastrocnemius e soleus</i>	Teste de esforço de carga constante em esteira até a exaustão voluntária	PBMT melhora a cinética do VO2, aumenta o tempo de exercício e reduz o dano e fadiga muscular
Malta et al. (2016)	15 homens moderadamente ativos	660-850 nm	5	300 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnemios</i>	Teste supra máximo de corrida em esteira	A PBMT após um esforço de corrida de alta intensidade não alterou o MAODALT, as vias metabólicas de energia ou o desempenho de corrida de alta intensidade
Miranda et al. (2016)	20 homens não treinados	640-905 nm	17	510 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnemios</i>	Teste de exercício cardiopulmonar progressivo em esteira	A combinação de lasers e LEDs aumentou o tempo, distância e ventilação pulmonar e diminuiu o escore de dispnéia durante o teste cardiopulmonar
Lanferdini et al. (2017a)	20 ciclistas treinados do sexo masculino	810 nm	9	135, 279, 405 J	15, 30, 45"	<i>Quadríceps femoral</i>	Testes de exaustão em sua potência máxima individual em cicloergômetro	PBMT com todas as doses foi capaz de melhorar a cinética do VO2máx (reduzindo o tau e o déficit de O2.
Lanferdini et al. (2017b)	20 ciclistas treinados do sexo masculino	810 nm	9	135, 279, 405 J	15, 30, 45"	<i>Quadríceps femoral</i>	Testes de exaustão em sua potência máxima individual em cicloergômetro	PBMT com todas as doses aumentou o tempo de exaustão, PBMT com dose de 15J/ponto aumentou a ativação muscular na faixa de alta frequência.
Beltrame et al. (2018)	8 jovens adultos saudáveis	630-830 nm	9	540 J	40"	<i>Quadríceps femoral, Isquiotibiais e Tríceps sural</i>	Exercício moderado em cicloergômetro	A comparações dentro e entre os grupos não revelaram siferença estatisticamente significativa entre o grupo placebo e PBMT.
Dellagrana et al. (2018a)	18 corredores recreativos do sexo masculino	670-950 nm	14	210, 420, 840J	Tempo necessário para aplicar 60 J	<i>Vasto Lateral, Vasto Medial, Reto Femoral, Biceps Femoral, Gastrocnêmio</i>	Corrida submáxima a 8 e 9 km h-1 durante 5 minutos para cada velocidade.	A PBMT melhora a economia neuromuscular, sendo que a melhor dose de PBMT foi de 15J por ponto (dose total de 420J)
Dellagrana et al. (2018b)	15 corredores recreativos do sexo masculino	670-950 nm	14	210, 420, 840J	Tempo necessário para aplicar 60 J	<i>Vasto Lateral, Vasto Medial, Reto Femoral, Biceps Femoral, Gastrocnêmio</i>	Corrida submáxima a 8 e 9 km h-1 durante 5 minutos para cada velocidade.	Todas as doses de energia afetaram positivamente os parâmetros fisiológicos e de desempenho durante os testes de corrida, entretanto, a inferência baseada na magnitude reportou que a PBMT aplicada com 30 Jpor ponto apresenta maiores efeitos benéficos em comparação as doses de 15 e 60 J.
Ferreira Junior et al. (2018)	12 sujeitos sexo masculino	660-850 nm	5	208,5 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnemios</i>	Teste de exaustão em esteira	A irradiação LED melhorou a resposta da FC durante o exercícios de carga constante em comparação com a situação placebo.
Mezzaroba et al. (2018)	26 jovens saudáveis, fisicamente ativos	850 nm	5	936 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnemios</i>	Teste de exaustão em esteira	As sessões de PBMT antes do exercício modificam a resposta cardiorrespiratória, afetando a tolerância de corrida durante o teste incremental, os resíduos metabólicos e a PSE.
Peserico et al. (2019)	30 homens não treinados	660-850 nm	5	300 J	30"	<i>Quadríceps, Isquiotibiais, Gastrocnemios</i>	Desempenho de corrida de 5km	Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre intervenções PBMT e PLA
Carvalho et al. (2020)	48 atletas amadores	610-950 nm	1	180 J	153 "	<i>Quadríceps femoral</i>	Teste incremental em bicicleta	A fotobiomodulação, quando não associada ao treinamento, não foi capaz de produzir um efeito cumulativo no desempenho de atletas de ciclismo. No entanto, a associação de dois comprimentos de onda parece ser melhor para aumentar o desempenho

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar da maioria dos estudos citados verificarem benefícios quanto à melhoria de desempenho referente à aplicação da PBMT em exercícios físicos com predominância de metabolismo aeróbio, a maioria dos estudos realizados até o presente momento foi realizada em ambientes controlados e utilizando protocolos que não refletem a situação real de competição dos corredores. Portanto, ainda há incertezas quanto a real efetividade do tratamento para melhoria do desempenho em atletas que desempenham provas de longa duração.

### **3 MÉTODOS**

#### **3.1 DESENHO DO ESTUDO**

Este estudo é caracterizado como randomizado, duplo-cego e placebo-controlado.

#### **3.2 LOCAL DO ESTUDO**

A coleta dos dados foi realizada na pista de atletismo da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada na Rua Felizardo, nº 750 – Jardim Botânico – Porto Alegre / RS.

#### **3.3 PARTICIPANTES**

##### **3.3.1 Participantes do estudo**

O tamanho da amostra foi determinado baseado nos estudos realizados em humanos envolvendo PBMT e desempenho em corrida, tais estudos utilizaram amostras entre 5 e 22 participantes (DE MARCHI et al., 2012; MALTA et al., 2016; MIRANDA et al., 2016; DELLAGRANA et al., 2018a-2018b; FERREIRA JUNIOR et al., 2018; MEZZAROBBA et al., 2018). Desta forma, inicialmente foi estipulado uma amostra de 15 indivíduos. Contudo, o grupo analisado no presente estudo foi de 8 voluntários com média de idade, estatura e massa corporal de  $34,5 \pm 7,6$  anos,  $172 \pm 10$  cm e  $66,8 \pm 4,18$  kg, respectivamente. Um atleta teve que ser excluído da amostra devido à impossibilidade de realizar a segunda sessão do teste de 5000m por motivos profissionais.

##### **3.3.2 Critérios de inclusão e exclusão**

Os participantes foram incluídos no estudo de acordo com os seguintes critérios: (1) corredores do sexo masculino com idade entre 18 a 40 anos; (2) rotina regular de treinamento nos últimos 2 anos sendo que nos últimos 6 meses deste

período a rotina de treino deveria ser de pelo menos 4-6 vezes por semana; (3) experiência prévia com prova de corrida de 5000 m, com *pace* médio (ritmo médio de corrida medido em minutos por quilometro percorrido) de até 4 min para a prova de 5000 m; (4) experiência prévia com corrida em esteira; (5) não possuir lesão musculoesquelética nos membros inferiores em um período de 30 dias que antecedessem as coletas; (6) não possuir doenças nos sistemas cardiovascular ou outras doenças sistêmicas.

### 3.4 PROCEDIMENTOS

#### 3.4.1 Delineamento da pesquisa

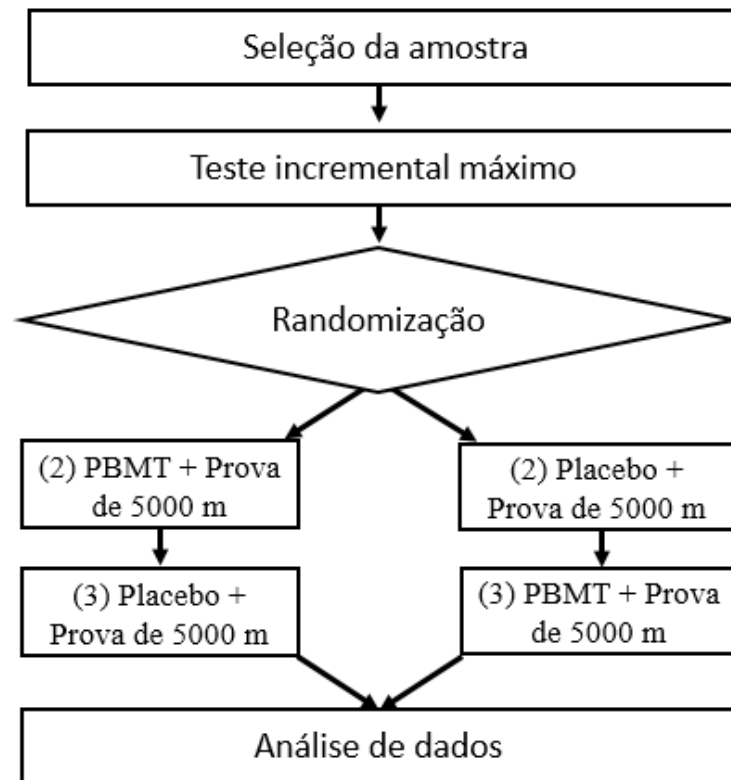
A pesquisa foi dividida em três fases, com intervalo de no mínimo 7 dias e no máximo 14 dias entre elas. Os participantes foram instruídos a evitar exercícios vigorosos com os membros inferiores, evitar a ingestão de álcool e cafeína e não realizar atividades intensas 48 horas antes dos testes. A alimentação deveria manter-se semelhante com pelo menos 2 dias que antecederiam aos testes de 5000 m, bem como manter o volume/intensidade dos treinos nas semanas em que os mesmos estavam sendo avaliados.

Na primeira fase, os participantes realizaram um teste incremental máximo de corrida em esteira. Nas outras duas fases (2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>), os corredores realizaram uma corrida de 5000 m na pista de atletismo com dois diferentes tratamentos (placebo e PBMT), com o intuito de avaliar e comparar o tempo total da prova, as parciais (por quilômetro) do tempo, e PSE dos membros inferiores entre as condições PBMT e placebo. Previamente e imediatamente após o teste de 5000 m foram realizados saltos verticais [*Countermovement Jump (CMJ)* e *Squat Jump (SJ)*], sendo três saltos pré e um salto pós-teste.

Os tratamentos com PBMT ou placebo foram randomicamente aplicados 10 min antes dos testes de corrida de 5000 m na segunda e terceira fase (Figura 1). A randomização dos participantes foi realizada por sorteio manual por um pesquisador responsável pela aplicação da PBMT. Foi solicitado ao mesmo que não informasse aos participantes e ao pesquisador responsável pela aplicação dos testes físicos qual o tratamento aplicado em cada sessão.



Figura - Desenho do Estudo



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.4.2 Teste incremental máximo

Na primeira fase, os participantes realizaram um teste incremental máximo de corrida em esteira (Imbramed Millenium Super ATL, Modelo 10200, Porto Alegre, Brasil). As variáveis fisiológicas de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MAX}$ ), velocidade associada ao  $VO_{2MAX}$  ( $vVO_{2MAX}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{MAX}$ ), pico de velocidade (PV) e ponto de compensação respiratória (PCR) foram avaliados durante o teste incremental máximo. O teste iniciou com aquecimento de 10 min a velocidade de  $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  aumentando  $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada 1 min, até que os indivíduos atingissem o máximo esforço. Os dados de troca respiratória e pulmonar foram obtidos por meio de um analisador de gases portátil de circuito aberto equipado com telemetria (COSMED, K5, Roma, Itália). Previamente ao início da sessão de coletas, o analisador de gases foi calibrado por meio de gases com concentrações conhecidas ( $16\% \text{ O}_2$  e  $5\% \text{ CO}_2$ ) e foi realizada uma calibração de volume para cada faixa de volume medida com o uso de uma seringa de calibração de 3 litros (VALIANI et al., 2016). A taxa de amostragem dos parâmetros respiratórios coletados foi *breath-by-breath* e uma amostra a cada 10 s para a FC obtida por meio

de um monitor de frequência cardíaca (POLAR, FT4, Finlândia). O  $VO_{2MAX}$  foi considerado como o maior valor obtido durante o teste em intervalos de 15 s ou na presença do platô na resposta do consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) considerando os últimos 30 s de teste (DAY et al., 2003). Para garantir que o indivíduo atingisse o  $VO_{2MAX}$  foram utilizados os critérios propostos por Basset e Howley (2000). A FC foi monitorada durante o teste, no qual a  $FC_{MAX}$  foi definida como o maior valor obtido no teste. A  $vVO_{2MAX}$  foi definida como a menor velocidade no qual ocorreu o  $VO_{2MAX}$  (BILLAT et al., 1999). O PV foi considerado como a última velocidade mantida por 60 s. O PCR foi determinado baseado no equivalente ventilatório para  $O_2$  e  $CO_2$  ( $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ ) (BOONE; BOURGOIS, 2012; GASKILL et al., 2001). O processo de identificação do PCR foi realizado por dois avaliadores previamente treinados, de modo independente e aleatório. Os valores de  $VO_2$  e velocidade referente ao PCR, foram operacionalmente definidos como  $VO_{2PCR}$  e  $vPCR$ , respectivamente.

### **3.4.3 Randomização e cegamento**

A randomização dos participantes foi realizada por sorteio manual por um pesquisador responsável pela aplicação da PBMT, sendo que todos os participantes foram submetidos ao mesmo protocolo em duas condições diferentes: 1) controle (sem tratamento com PBMT); 2) PBMT com malha de LED.


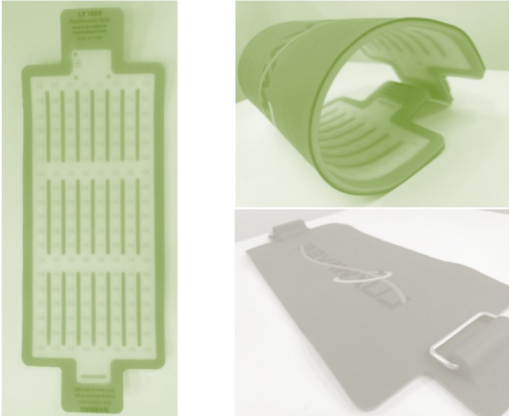
### **3.4.3 Terapia com fotobiomodulação**

Para o protocolo de PBMT foi utilizado o equipamento da marca LEAP SportsPod (PrototypebyCliffsideGroup Inc., EUA). A PBMT foi aplicada em quatro pontos em cada membro inferior (total de oito pontos), tanto para a condição placebo, bem como para a condição PBMT, sendo um ponto no quadríceps, um ponto no bíceps femoral, um ponto nos gastrocnêmicos, e um ponto no glúteo máximo (Figura 2). Para os indivíduos da condição placebo, o aparelho estava desligado durante a aplicação. Os participantes não utilizaram óculos para proteção e para bloquear a visão durante a aplicação do tratamento, uma vez que a aplicação da PBMT não causou nenhum estímulo sensitivo (por exemplo; calor, frio, coceira, irritação da pele e dor) e/ou visual (emissão de qualquer tipo de luz).

Figura - Parâmetro e pontos de aplicação da terapia com fotobiomodulação (PBMT)

<b>PBMT</b>	
Número de LEDs	152
Comprimento de onda (nm)	880
Frequência (Hz)	Contínuo
Potência por diodo (mW)	33
Tamanho do diodo (cm <sup>2</sup> )	0.1357
Densidade de potência (mW/cm <sup>2</sup> )	243.8
Potência total (W)	5.0
Área total (cm <sup>2</sup> )	252
Densidade total de potência (mW/cm <sup>2</sup> )	19.84
Dose (J) / Local	300
Total dose (J) por membro	1200
Tempo de irradiação por local (s)	60
Tempo total de irradiação (s)	480

<b>Locais de Aplicação</b>	<b>Malha de LED</b>
	

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 3.4.4 Corrida de 5000 m

As corridas simuladas de 5000 m foram realizadas em uma pista oficial de atletismo, ao final da prova o participante realizou um total de 12½ voltas em torno da pista de 400 m (sendo que a primeira volta é composta de 200 m e as 12 voltas subsequentes de 400 m) e o tempo total (0–5000 m). Antes da corrida, os participantes realizaram um aquecimento padrão supervisionado pelo pesquisador responsável pelo teste, sendo composto de 5 min de aquecimento em esteira a velocidade de 10 km·h<sup>-1</sup>. Durante a corrida, foram anotados os tempos parciais de cada quilometro. Além disso, a PSE dos membros inferiores foi anotada a cada quilômetro. Durante as corridas nenhum *feedback* do desempenho (ritmo e tempo) foi passado ao corredor durante o período de coleta de dados. Também não foi

permitido nenhum tipo de distração durante a corrida (músicas, conversas, entre outros). Os participantes correram sozinhos na pista para evitar a influência do ritmo de outro adversário. Aos participantes foi solicitado que utilizassem sempre o mesmo calçado.

### **3.4.5 Saltos verticais**

Previamente ao teste de 5000 m foram realizados seis saltos verticais, sendo três CMJ e três SJ. Para posterior análise foi utilizado, dentre os três saltos, o de maior altura. Imediatamente após o término do teste de 5000 m foi realizado mais um teste de salto de cada tipo. Os saltos foram realizados ao lado da pista de atletismo, filmados no plano frontal por um celular (Iphone modelo 8Plus), fixado a um tripé a 2 m de distância do avaliado, no modo “câmera lenta” e processados no aplicativo *My Jump* (2<sup>o</sup> 2016-20 Carlos Balsalobre-Fernández).

Os voluntários foram instruídos durante a execução de cada SJ ao comando de “Prepara” realizar um agachamento até atingir a flexão de 90° de joelhos, com as mãos apoiadas sobre as cristas ilíacas, neste momento havia um avaliador observando o voluntário no plano sagital para garantir que a posição fosse mantida adequadamente por cerca de 1 s antes de à voz de comando “Foi” o voluntário realizar o salto. Para o CMJ, o movimento iniciava na posição em pé, e ao comando de “Prepara” seguido imediatamente da voz de comando “Foi” o voluntário realizava um agachamento até atingir uma flexão por volta de 90° de joelhos mantendo as mãos apoiadas sobre as cristas ilíacas durante todo o movimento de agachar e saltar. Entre os saltos era realizada uma pausa de aproximadamente 10 s.

### **3.4.6 Dados Meteorológicos**

Os fatores ambientais durante os testes de 5000 m na pista [temperatura (C °) e umidade relativa do ar (URA)] foram extraídos do site do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

## **3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os valores foram apresentados como média e desvio padrão. O teste t pareado foi utilizado para comparar o tempo total na prova de 5000 m entre os tratamentos PBMT e placebo. A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas com dois fatores (fator tempo e fator tratamento) foi usada para comparar os resultados do tempo parcial, PSE, CMJ e SJ. Todas as análises foram realizadas utilizando o software *IBM SPSS Statistics para Windows* versão 21.0 (IBM Corp, Armonk, NY, EUA), com nível de significância de 5%. A magnitude da diferença (PBMT vs placebo) de cada variável foi avaliada usando o tamanho de efeito de *d de Cohen* (TE). O critério para interpretar a magnitude do TE foi:  $\leq 0,2$  = trivial;  $> 0,2 - 0,6$  = pequeno;  $> 0,6 - 1,2$  = moderado;  $> 1,2 - 2,0$  = grande; e  $> 2,0 - 4,0$  = muito grande (BATTERHAM; HOPKINS, 2006).

### 3.6 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa está fundamentada nos princípios éticos, com base na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde, o qual incorpora sob a ótica do indivíduo e das coletividades, os quatro referenciais básicos da bioética: autonomia, não maleficência, beneficência e justiça, entre outros, visando assegurar os direitos e deveres que dizem respeito à comunidade científica, aos sujeitos da pesquisa e ao Estado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) com o parecer de número 3.267.288. Antes de iniciar os procedimentos, todos os sujeitos foram informados sobre os riscos e benefícios envolvidos nos testes e assinaram o TCLE (anexo A).

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos para parâmetros fisiológicos e de desempenho durante teste incremental máximo em esteira foi de  $61,53 \pm 7,34 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  para o  $\text{VO}_{2\text{MAX}}$  e  $182,29 \pm 11,46 \text{ bpm}$  para a  $\text{FC}_{\text{MAX}}$ . Na tabela 1, é possível observar a descrição da  $v\text{VO}_{2\text{MAX}}$ , PV e vPCR com a velocidade média das corridas de 5000 m nas condições placebo e PBMT. Não houve diferença significativa na velocidade média entre os participantes na condição placebo quando comparado à condição PBMT.

Tabela - Média e desvio padrão das variáveis  $v\text{VO}_{2\text{MAX}}$ , PV e vPCR durante as corridas de 5000 m nas condições placebo e PBMT.

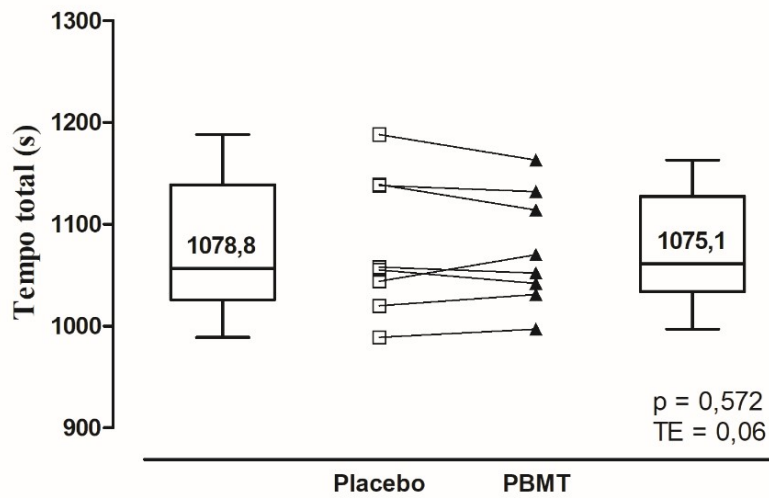
Variáveis	$\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$	% $v\text{VO}_{2\text{MAX}}$	%PV	%vPCR
$v\text{VO}_{2\text{MAX}}$	$19,88 \pm 0,64$	---	---	---
PV	$20,75 \pm 0,71$	$104,41 \pm 1,79$	---	---
vPCR	$15,75 \pm 1,58$	$79,35 \pm 8,69$	$75,96 \pm 7,79$	---
5000 m (placebo)	$16,74 \pm 1,04$	$84,30 \pm 5,84$	$80,73 \pm 5,18$	$106,97 \pm 9,47$
5000 m (PBMT)	$16,78 \pm 0,87$	$84,50 \pm 5,06$	$80,92 \pm 4,39$	$107,26 \pm 9,32$

$v\text{VO}_{2\text{MAX}}$  = velocidade associada com o  $\text{VO}_{2\text{MAX}}$ ; PV = pico de velocidade; vPCR = velocidade no ponto de compensação respiratória.

Fonte: Elaborado pela autora.

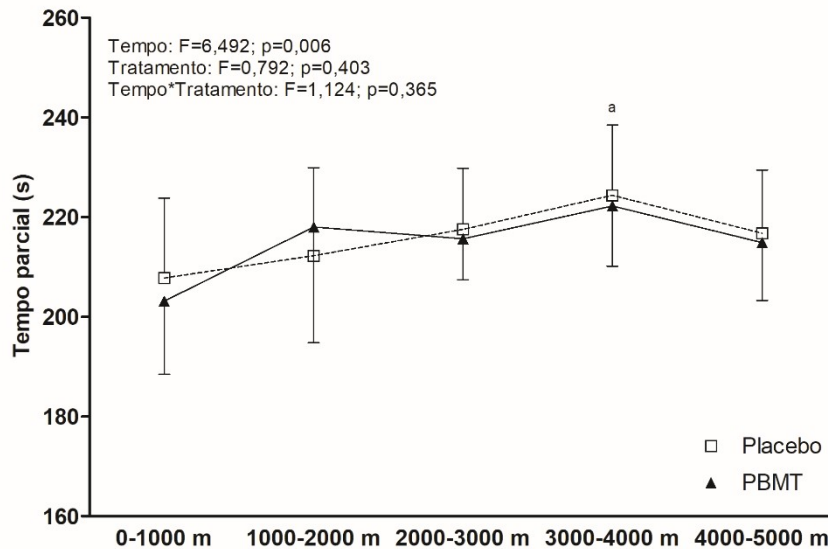
Com relação ao tempo total na prova simulada de 5000 m, não foi verificada diferença significativa entre as condições placebo e PBMT ( $p > 0,05$ ;  $\text{TE} = 0,06$ ) (Figura 3). No que se refere ao tempo parcial durante a prova de 5000 m, a Figura 4 demonstra os tempos para cada 1000 m da prova. Os resultados não apresentam interação tempo\*tratamento ( $F = 1,124$ ;  $p = 0,365$ ) e efeito do tratamento ( $F = 0,792$ ;  $p = 0,403$ ). No entanto, foi observado efeito do tempo ( $F = 6,492$ ;  $p = 0,006$ ), indicando que os corredores realizaram os primeiros 1000 m com menor tempo em comparação à penúltima parte da prova (3000 a 4000 m).

Figura - Tempo total na prova de 5000 m nas condições placebo e terapia de fotobiomodulação (PBMT).



Fonte: Elaborado pela autora.

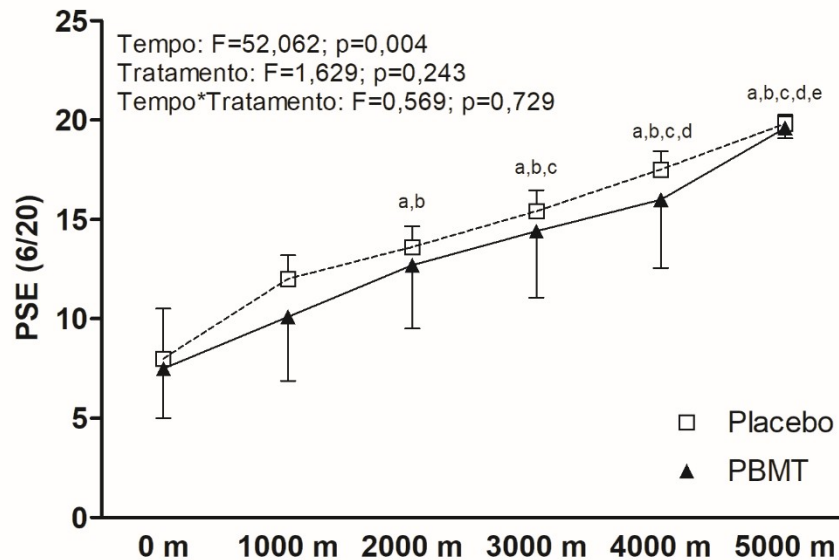
Figura - Média e desvio padrão do tempo durante a prova de 5000 m nas condições placebo e PBMT. Efeito do tempo – a ≠ 1000 m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a PSE durante a prova de 5000 m não foi observada interação tempo\*tratamento ( $F = 0,569$ ;  $p = 0,729$ ), bem como não existiu efeito do tratamento ( $F = 1,629$ ;  $p = 0,243$ ). Por outro lado, foi encontrado efeito do tempo ( $F = 52,062$ ;  $p = 0,004$ ), ou seja, a PSE aumentou com o tempo nas condições placebo e PBMT (Figura 5).

Figura - Média e desvio padrão do comportamento da percepção subjetiva de esforço (PSE) dos membros inferiores durante a prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT). Efeito do tempo – a ≠ 0 m; b ≠ 1000 m; c ≠ 2000 m; d ≠ 3000 m; e ≠ 4000 m.

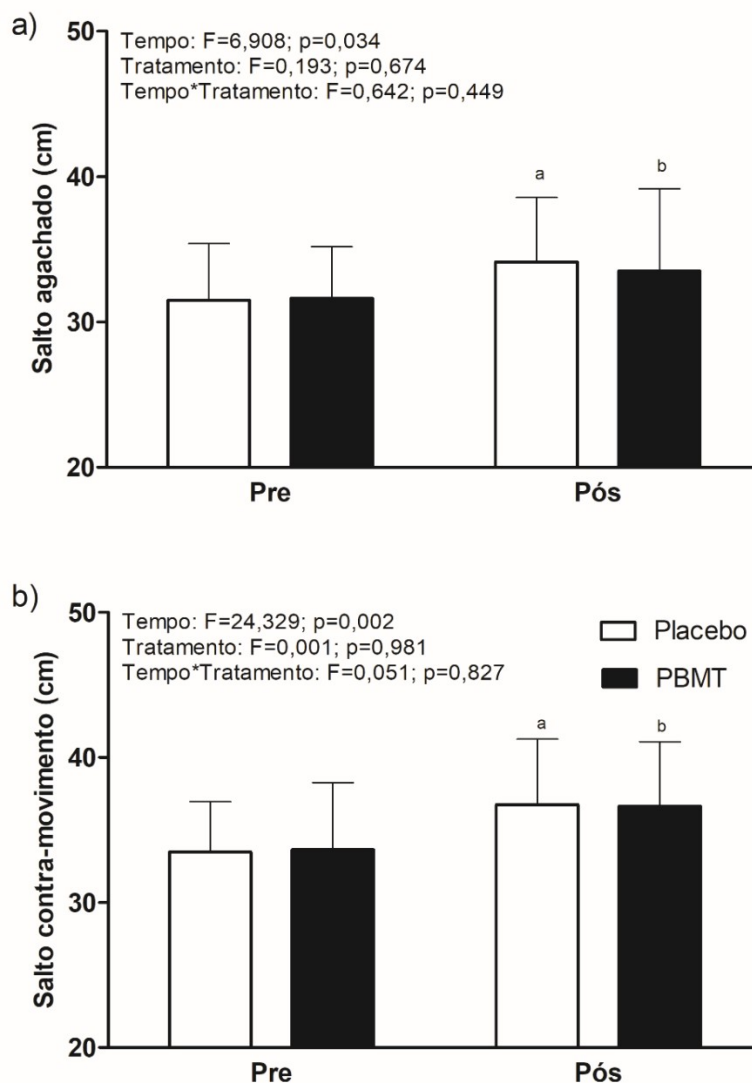


Fonte: Elaborado pela autora.

Com relação aos saltos verticais SJ (Figura 6a) e CMJ (Figura 6b), não foi observada interação tempo\*tratamento (CMJ:  $F= 0,051$ ;  $p= 0,827$ ; SJ:  $F= 0,642$ ;  $p= 0,449$ ), e também, não foi encontrado efeito do tratamento (CMJ:  $F= 0,001$ ;  $p= 0,981$ ; SJ:  $F= 0,193$ ;  $p= 0,674$ ). O efeito tempo foi significativo para ambos os saltos (CMJ:  $F= 24,329$ ;  $p= 0,002$ ; SJ:  $F= 6,908$ ;  $p= 0,034$ ), este resultado indica que em ambas as condições (placebo e PBMT) a altura dos saltos CMJ e SJ foram maiores após a corrida em comparação aos saltos realizados antes da corrida de 5000 m.



Figura - Média e desvio padrão do desempenho dos saltos verticais com contramovimento (CMJ) e sem contramovimento (SJ) pré e pós prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT). Efeito do tempo – a ≠ pré na condição placebo; b ≠ pré na condição PBMT.



Fonte: Elaborado pela autora.

Não foi observada diferença significativa quando comparado à temperatura e URA dos dias em que os participantes foram submetidos às diferentes condições (Tabela 2)

Tabela - Dados meteorológicos durante a prova de 5000 m nas condições placebo e fotobiomodulação (PBMT).

Condição	Temperatura (°C)	URA (g/m³)
Placebo	30,50 ± 5,38	56,88 ± 14,17
PBMT	29,44 ± 5,47	56,88 ± 19,37

Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve o objetivo de verificar os efeitos da PBMT no desempenho de corredores durante uma prova simulada de 5000 m. De acordo com nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que buscou avaliar o desempenho de indivíduos treinados ( $VO_{2MAX} = 61,53 \pm 7,34 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) (WILMORE; COSTILL, 2001) em prova de longa duração em ambiente não controlado sob as condições placebo e PBMT. Embora estudos tenham demonstrado efeitos positivos da PBMT aplicada previamente ao exercício com predominância do sistema aeróbio (DELLAGRANA et al., 2018a; DE MARCHI et al., 2012; FERRARESI et al., 2015; MEZZARROBA et al., 2018), nossa hipótese de que a PBMT seria efetiva na melhora do desempenho desses indivíduos não foi confirmada no presente estudo.

Até o presente momento, estudos avaliando o uso da PBMT associado ao exercício aeróbio para melhora do desempenho foram em sua maioria realizados em ambientes controlados (DE MARCHI et al., 2012; DELLAGRANA et al., 2018a; 2018b; MIRANDA et al., 2016). Resultados positivos foram obtidos em tais estudos, bem como, melhora no desempenho, redução de danos musculares e estresse oxidativo. Contudo, nossos achados no presente estudo mostram que a PBMT não influencia de maneira significativa na melhoria de desempenho em prova simulada de 5000 m em corredores treinados.

Recentemente Peserico et al. (2019) realizaram um estudo no qual foi investigado a influência do treinamento de corrida associado à PBMT na corrida de 5000 m com 30 homens não treinados em ambiente não controlado. Nesse estudo, os autores aplicaram a dose de 300 J por membro antes de todas as sessões de treino no quadríceps, isquiostibiais e gastrocnêmio. Apesar do PV ter aumentado e o tempo de corrida nos 5000 m ter reduzido, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as condições PBMT e placebo. Os autores associaram a melhora no desempenho ao próprio programa de treinamento (8 semanas de treino) realizado pelos participantes. Nossos achados no presente estudo são condizentes com o estudo realizado por Peserico et al. (2019). No entanto, nosso estudo comparou apenas o resultado na prova de 5000 m, nas duas condições, de forma transversal, não interferindo diretamente na rotina de treinos dos voluntários.

Leal-Junior et al. (2019), com base em levantamento dos parâmetros extraídos das revisões sistemáticas referente à aplicação pré e pós de PBMT ao

exercício físico (BORSA, 2013; VANIN et al., 2017) e também dos ensaios clínicos publicados após a data da última revisão até novembro do ano de 2018, retrata que para grandes grupos musculares (i.e., quadríceps e isquiotibiais), 70% das doses que apresentaram efeitos positivos da PBMT para melhoria do desempenho foram entre 120 a 300 J, sendo que para pequenos grupos musculares (i.e., tríceps sural) a recomendação é de que a dose seja entre 20 a 60 J.

Dellagrana et al. (2018a), utilizando doses próximas e acima do recomendado para grandes grupos musculares (420, 840 e 1680 J), relatou melhora nos parâmetros fisiológicos e de desempenho em todas as doses de PBMT. No entanto, a dose de 840 J gerou efeitos mais benéficos do que as doses de 420 e 1680 J. Vale ressaltar que a dose total de 840 J, pode ser dividida em aplicações de 240 J nos músculos do quadríceps, 120 J nos isquiotibiais e 60 J no gastrocnêmio para cada membro inferior. Tais achados de Dellagrana et al. (2018a) condizem com as recomendações de dose ideal para grandes grupos musculares.

Doses situadas dentro de uma “janela terapêutica” estimulam efeitos biológicos no tecido, em contrapartida, doses abaixo ou acima desta “janela terapêutica” podem apresentar efeitos nulo ou inibitório, respectivamente (HUANG et al., 2011). A dose por grupamento muscular utilizada em nosso estudo está dentro do estipulado, segundo Leal-Junior et al. (2019), uma vez que é recomendado até 300 J para grandes grupos musculares. Comparados os achados dos estudos de De Marchi et al. (2012), Dellagrana et al. (2018a;2018b) e Miranda et al. (2016), em que a dose total por membro foi de 360, 420 e 510 J, respectivamente. A dose total utilizada em nosso estudo foi de 1200 J por membro, sendo a quantidade de 300 J por grupo muscular (quadríceps, isquiotibiais, gastrocnêmios e glúteos), tais valores estão dentro da “janela terapêutica” recomendada por Leal-Junior et al. (2019).

Contudo, Peserico et al. (2019) utilizaram a dose de 300 J por membro, e também não encontraram diferenças para as variáveis de desempenho (tempo na corrida) e dor muscular na prova de 5000 m em ambiente não controlado. Desta forma, a dose-resposta da PBMT em ambientes não controlados pode não seguir o padrão das doses testadas em ambientes controlados (DE MARCHI et al., 2012; DELLAGRANA et al., 2018a; MIRANDA et al., 2016), pois fatores ambientais (i.e., temperatura e URA) podem impactar significativamente na resposta metabólica dos indivíduos durante teste realizado em ambiente externo.

Além da energia aplicada (dose), outros parâmetros podem influenciar as

respostas teciduais à PBMT (FRITSCH et al., 2016). O comprimento de onda também pode ser considerado um fator na absorção biológica de tecidos. O dispositivo utilizado no presente estudo foi uma malha de LED com uma única fonte de luz e comprimento de onda de 880 nm. Porém, tal parâmetro parece não ser fator limitante para a ausência de efeito positivos da PBMT em nossos achados, visto que De Marchi et al. (2012) e Lanferdini et al. (2017a; 2017b) utilizaram cluster com comprimento de ondas de 810 nm e Mezzaroba et al. (2018) com 850 nm e encontraram respostas positivas da PBMT no desempenho de seus voluntários.

Um fator importante em nosso estudo, é que o mesmo foi realizado em ambiente não controlado, diante disso as condições meteorológicas podem ter relevância na ausência de diferenças significativas entre as condições placebo e PBMT. Ambientes termôneutros possuem temperatura entre 21 a 26°C. (WILMORE, COSTILL, 2001). Temperaturas fora dessa faixa podem ocasionar alteração na forma como o centro termorregulador atua durante o exercício (NOAKES, et al, 1990). No presente estudo, aproximadamente 75% dos testes foram realizados em temperatura acima de 27°C. Apesar da média de temperatura entre as condições placebo e PBMT ser semelhante, metade dos atletas avaliados realizaram a prova simulada com uma variação na temperatura de mais de 7°C nos diferentes dias dos testes.

Em exercícios físicos de longa duração há o aumento do fluxo sanguíneo para a pele e músculos em atividade, porém como o fluxo sanguíneo é restrito, a demanda para uma dessas áreas diminui reflexamente o fluxo sanguíneo para as outras áreas (GISOLFI, WENGER, 1984). O excesso de calor pode restringir a quantidade de sangue disponível para os músculos ativos, neste caso, limitando o nível de resistência para os membros inferiores (WILMORE, COSTILL, 2001). Em consequência, quando há sobrecarga no sistema cardiovascular ou no mecanismo de termo regulação que possa vir a interferir na dissipação do calor, é possível haver comprometimento do desempenho. (ROBERGS; ROBERTS, 2002). Contudo, para minimizar os efeitos de possível desidratação nos indivíduos, foi seguida a recomendação do *American College of Sports Medicine* (ACSM) para ingestão de líquidos antes, durante e após exercícios físicos (ACSM, 1999). Ou seja, desde o início da sessão de teste até o seu término, o consumo de água foi liberado a vontade dos voluntários.

Os saltos verticais são conhecidos como um indicador da potência total dos

membros inferiores e por meio da sua avaliação é possível identificar qual o nível de fadiga dos indivíduos (HASSON et al. 2004). Em nossos achados, ao comparar a condição placebo com a PBMT para a variável dos saltos verticais, não foi observado diferença significativa entre os CMJ e SJ realizado imediatamente antes e após a prova de 5000 m para avaliar se houve perda de força explosiva e força reativa respectivamente (BOSCO, 1986). Em ambas as condições (placebo e PBMT) a altura dos saltos CMJ e SJ foram maiores após a corrida em comparação aos saltos realizados antes da corrida de 5000 m. Gervasi et al. (2018), sugerem que os métodos pré-fadiga, por meio de exercícios submáximos, podem ser usados para aproveitar a capacidade explosiva em corredores de média distância. Sendo esse mecanismo capaz de afetar o potencial pós-ativação (PAP) por aprimorar a transferência de energia elástica nos saltos após tarefas fatigantes (Boullosa et al, 2011).

A fadiga e o PAP coexistem em atividades de resistência, sendo possível observar melhoria de desempenho em atividades de potência muscular. Rosso et al. 2016, relataram altura no CMJ significativamente maior em corredores após sessões de 5000 m, o teste composto de 6 tiros de 5000 m com intervalo de 60 s entre os tiros, totalizando 30 quilômetros, avaliou a influência do PAP na estimulação, saltos e outras medidas fisiológicas (PSE, lactato sanguíneo e FC). Boullosa et al. 2020 ao avaliar corredores masculinos e femininos também observaram melhora no CMJ após teste de corrida de 1000 m, sendo o tempo no teste de corrida possivelmente mais rápido nos homens que realizaram os saltos previamente ao teste.

Sabendo que o número amostral interfere diretamente na avaliação dos resultados, a principal limitação do presente estudo é o número de indivíduos avaliados. Desta forma, é recomendado realizar novas pesquisas nas quais um maior número de indivíduos treinados possam ser avaliados para uma melhor comparação das condições abordadas no estudo. Por outro lado, o ponto forte do presente estudo foi à análise dos efeitos da PBMT em corridas com alta aplicabilidade prática, e também, a relação entre os efeitos da PBMT e o nível de condicionamento dos voluntários. Cabe ressaltar que o presente estudo juntamente com o de Peserico et al. (2019) são as primeiras pesquisas a avaliar indivíduos em ambientes não controlados.

## **6 CONCLUSÃO**

A PBMT previamente ao exercício aeróbio não se mostrou efetiva para a melhora no desempenho de corredores em prova simulada de 5000 m. Não foi encontrada diferença significativa para o tempo total de prova entre as condições placebo e PBMT aplicadas previamente ao exercício aeróbio. Novos estudos fazem-se necessários para verificar a verdadeira aplicabilidade da PBMT previa ao exercício físico de longa duração em condições próximas das realizadas em nosso estudo com um número maior de participantes

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Posicionamento Oficial: : exercício e reposição líquida. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 35-41, fev. 1999
- ANDERS, J. J.; LANZAFAME, R. J.; ARANY, P. R. Low-Level Light/Laser Therapy Versus Photobiomodulation Therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 33, n. 4, p. 183–184, 2015.
- BAGNATO, V. S. **Laser e suas aplicações em Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Livraria da Física: 2008a.
- BAGNATO, V. S. **As novas técnicas ópticas para a área da saúde**. São Paulo: Livraria da Física: 2008b.
- BATTERHAM, A. M.; HOPKINS, W. G. Making meaningful inferences about magnitudes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S.l.], v.1, p.50-57, 2006.
- BÉLANGER, A. Y. **Recursos Fisioterapêuticos: evidências que fundamentam a prática clínica**. 2. ed. Barueri: Manole. 2012.
- BELTRAME, T.; FERRARESI, C. Light-emitting diode therapy ( photobiomodulation ) effects on oxygen uptake and cardiac output dynamics during moderate exercise transitions : a randomized , crossover , double-blind , and placebo-controlled study. 2018.
- BILLAT, V. L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN, J. P. Interval training at VO2MAX: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S.l.], v.31, p.156-163, 1999
- BOMPA, T.O.; HAFF, G. . **A periodização no treinamento esportivo**. São Paulo: [s.n.], 2001
- BOONE, J., & BOURGOIS, J. (2012).The Oxygen Uptake Response to Incremental Ramp Exercise. **Sports Medicine**, [S.l.], v. 42, n. 6, p.511-526, jun. 2012.
- BOULLOSA, D. et al. Concurrent Fatigue and Potentiation in Endurance Athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [S.l.], v. 6, p. 82-93, 2011.
- BOULLOSA, D. et al. Effects of Drop Jumps on 1000-m Performance Time and Pacing in Elite Male and Female Endurance Runners. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**, [s.l.], p. 1-4, 2019.
- BORSA, P. A.; LARKIN, K. A.; TRUE, J. M. Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. **Journal of Athletic Training**, [S.l.], v. 48, n. 1, p. 57–67, 2013.

DAY, J. R., et al. The maximally attainable  $\dot{V}O_2$  during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. **Journal Of Applied Physiology**, [S.I.], v. 95, n. 5, p.1901-1907, nov. 2003

DE MARCHI, T. et al. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: Effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. **Lasers in Medical Science**, [S.I.], v. 27, n. 1, p. 231–236, 2012.

DE MARCHI, T. et al. Phototherapy for improvement of performance and exercise recovery: comparison of 3 commercially available devices. **Journal of Athletic Training**, [S.I.], v.52, n.2, p.429-438, 2017

DELLAGRANA, R. A. Efeitos da terapia com fotobiomodulação em parâmetros fisiológicos, eletromiográficos e de desempenho na corrida. p. 120, 2018.

DELLAGRANA, R. A. et al. Photobiomodulation Therapy on Physiological and Performance Parameters During Running Tests: Dose-Response Effects. **Journal of strength and conditioning research**, p. 1, 2018a.

DELLAGRANA, R. A. et al. Dose-response effect of photobiomodulation therapy on neuromuscular economy during submaximal running. p. 329–336, 2018b.

EINSTEIN, A. Sobre a teoria quântica da radiação, c a. **World**, p. 93–99, 2005.

FERRARESI, C. et al. 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**, [S.I.], v. 31, n. 5, p. 354–361, 2015.

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 and Lasers in Medicine**, [S.I.], v. 1, n. 4, p. 267–286, 2012.

FERREIRA JUNIOR, A. et al. Effects of light-emitting diode irradiation on time to exhaustion at maximal aerobic speed. **Lasers in Medical Science**, [S.I.], v. 33, n. 4, p. 935–939, 2018.

FRITSCH, C. G.; et al. Effects of low-level laser therapy applied before or after plyometric exercise on muscle damage markers: randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Lasers in Medical Science**, [S.I.], v.31, p.1935-1942, 2016

GASKILL, S. E.; et al. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S.I.], v.33, n.11, p.1841-1848, 2001

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, [S.I.], v.31, n.10, p.725-741, 2001.



GISOLFI, C. V.; WENGER, C.B. Temperature regulation during exercise: old concepts, new ideas. **Exercise Sport Sci Rev.**, [S.I.], v. 12, p. 339-72, 1984.

GORGEY, A. S.; WADEE, A. N.; SOBHI, N. N. The effect of low- level laser therapy on electrically induced muscle fatigue: A pilot study. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.I.], v.26, n.5, p.501-506, 2008

HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation for traumatic brain injury and stroke. **Journal of Neuroscience Research**, [S.I.], v. 96, n. 4, p. 731–743, 2018.

KARU, T. I. Low-Power Laser Therapy. **Biomedical Photonics Handbook**, [S.I.], n. 48, p. 1–26, 2003.

HASSON, C. J., DUGAN, E. L., DOYLE, T. L. A., HUMPHRIES, B., & NEWTON, R. U. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, [S.I.], v. 14, n. 4, p. 515–521, 2004

HAYWORTH, C. R.; ROJAS, J. C.; PADILHA, E.; HOLMES, G. M.; SHERIDAN, E. C.; GONZALEZ-LIMA, F. In vivo low-level light therapy increases cytochrome oxidase in skeletal muscle. **Photochemistry and Photobiology**, [S.I.], v.86, p.673-680, 2010

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

KIM, J.; PARK, J.; LIM, K. Nutrition Supplements to Stimulate Lipolysis: A Review in Relation to Endurance Exercise Capacity. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, [S.I.], v. 62, n. 3, p. 141–161, 2016.

KITCHEN, SHEILA. Eletroterapia: Prática Baseada em Evidência, 11. ed. Barueri: Manole, 2003.

LANFERDINI, Fábio J.; et al. Improvement of Performance and Reduction of Fatigue With Low-Level Laser Therapy in Competitive Cyclists. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, [S.I.], v. 13, n. 1, p.14-22, 1 jan. 2018.

LANFERDINI, F. J. et al. Low-level laser therapy improves the VO<sub>2</sub> kinetics in competitive cyclists. **Lasers In Medical Science**, [S.I.], v. 33, n. 3, p.453-460, 9 nov. 2017

LEAL JUNIOR, E. C. P.; et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise induced skeletal muscle fatigue in humans. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.I.], v.26, n.5, p.419-424, 2008.

LEAL JUNIOR, E. C. P.; et al. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercise on skeletal muscle recovery in athletes. **Lasers in Medical Science**, [S.I.], v.24, p.857-863, 2009.

LEAL-JUNIOR, E. C. P.; LOPES-MARTINS, R. Á. 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. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, [S.l.]v. 23, n. 1, p. 71–75, 2019.

LIMA, L. **Treinamento de força para corredores**. 2. ed. [S.l: s.n.], 2015  
MALDONADO, Thiago. **Efeitos da terapia LED (Light-EmittingDiode) de baixa potência sobre o desempenho funcional de jovens atletas de futebol**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Multidisciplinar) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

MALTA, E. D. S. et al. Acute LED irradiation does not change the anaerobic capacity and time to exhaustion during a high-intensity running effort: a double-blind, crossover, and placebo-controlled study: Effects of LED irradiation on anaerobic capacity and performance in running. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], v. 31, n. 7, p. 1473–1480, 2016.

MANTEĪFEL', V. M.; KARU, T. I. Structure of mitochondria and activity of their respiratory chain in subsequent generations of yeast cells exposed to He-Ne laser light. **Izvestiia Akademii nauk. Serii biologicheskaja / Rossiiskaia akademiia nauk**, [S.l.], v. 32, n. 6, p. 672–683, 2005.

MESTER, A. Laser Biostimulation. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 31, n. 6, p. 237–239, 2013.

MESTER, A.; MESTER, A. The History of Photobiomodulation: Endre Mester (1903–1984). **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v. 35, n. 8, p. 393–394, 2017.

MEZZARROBA, P. V. et al. LED session prior incremental step test enhance VO<sub>2</sub>max in running. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], p. 1–8, 2018.

MIRANDA, E. F. et al. Using pre-exercise photobiomodulation therapy combining super-pulsed lasers and light-emitting diodes to improve performance in progressive cardiopulmonary exercise tests. **Journal of Athletic Training**, [S.l.], v. 51, n. 2, p. 129–135, 2016.

NAIR, G. B.; DHOBLE, S. J. A perspective perception on the applications of light-emitting diodes. **Luminescence**, [S.l.], v. 30, n. 8, p. 1167–1175, 2015.

NOAKES, T.D., MYBURGH, K.H., DU PLESSIS, J., LANG, L., LAMBERT, M., VAN DER RIET, C., SCHALL, R. Metabolic rate, not percent dehydration predicts rectal temperature in marathon runners. **Med Sci Sports Exerc**[S.l.], v. 23, p. 443-9, 1991

PESERICO, C. S.; ZAGATTO, A. M.; MACHADO, F. A. Effects of Endurance Running Training Associated With Photobiomodulation on 5-Km Performance and Muscle Soreness: A Randomized Placebo-Controlled Trial. **Frontiers in Physiology**, [S.l.], v. 10, n. March, p. 1–9, 2019.

PINTO, H. D.; et al. Photobiomodulation therapy improves performance and accelerates recovery of high-level rugby players in field test: a randomized,

crossover, double-blind, placebo-controlled clinical study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [S.l.], v.30, n.12, p.3329-3338, 2016.

REDDY, POWER. SCOTT K.; HOWLEY, EDWARD T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho**. 6. ed. Barueri: Manole, 2009.

ROBERGSR.A.; ROBERTSS.O. **Princípios fundamentais de fisiologia do exercício para aptidão, desempenho e saúde**. São Paulo: Phorte, 2002

ROSSO, S. et al. Can Pacing Be Regulated by Post-Activation Potentiation? Insights from a Self-Paced 30 km Trial in Half-Marathon Runners. **Plos One**, [S.l.], v. 11, n. 3, p. 8-90, 2 mar. 2016.

SILVA ALVES, M. A. et al. Acute effects of low-level laser therapy on physiologic and electromyographic responses to the cardiopulmonary exercise testing in healthy untrained adults. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], v. 29, n. 6, p. 1945–1951, 2014.

SILVEIRA, P. C. L.; et al. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in muscle healing by low-level laser therapy. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, [S.l.], v.95, p.89-92, 2009

VANIN, A. A.; et al. Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and post-exercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Photomedicine and Laser Surgery**, [S.l.], v.34, n.10, p.1-10, 2016

VANIN, A. A. et al. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular *performance* and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], v. 33, n. 1, p. 181–214, 2017.

WILMORE, J.H.: COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. Barueri: Manole, 2010.

ZAGATTO, A. M., et al. Effects of low-level laser therapy on performance, inflammatory markers, and muscle damage in young water polo athletes: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. **Lasers in Medical Science**, [S.l.], v. 31, n. 3, p. 511–521, 2016.

## APÊNDICE A – RECORDATÓRIO ALIMENTAR – 24 HORAS

Nome: \_\_\_\_\_

Data do teste: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Teste: \_\_\_\_\_

Anote a refeição, o local onde foi realizada e os alimentos e/ou preparações (ingredientes) consumidos no dia anterior. Anote as marcas comerciais, mediadas caseiras, os utensílios (ex: colher, copo, prato, etc)

Exemplo abaixo:

Horário/ Refeição/ Local	Alimento e/ou Preparações	Quantidades

Horário/ Refeição/ Local	Alimento e/ou Preparações	Quantidades



## ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



### EFEITOS DA TERAPIA COM FOTOBIMODULAÇÃO NO DESEMPENHO DE CORREDORES NA PROVA DE 5000 METROS

Nome \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ voluntário:

CPF: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_

Prezado voluntário, as informações contidas neste prontuário, fornecidas pelo professor Fernando Diefenthaeler, objetivam firmar acordo escrito mediante o qual o voluntário da pesquisa autoriza sua participação com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá,

1. **APRESENTAÇÃO DA PESQUISA:** o presente estudo tem como objetivo verificar os efeitos da terapia com fotobiomodulação (PBMT) no desempenho de corredores durante uma prova de 5000 metros
2. **DESCONFORTOS E RISCOS ESPERADOS:** o voluntário será submetido a mínimo risco durante o período experimental.
3. **INFORMAÇÕES:** o voluntário tem a garantia de que receberá a resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados à pesquisa por parte do pesquisador supracitado, sendo acompanhado a todo o momento pelo mesmo. Os resultados da pesquisa serão tornados públicos por meio de publicação mediante relatórios, artigos, apresentações em eventos científicos e/ou divulgação de outra natureza.
4. **RETIRADA DO CONSCENTIMENTO:** o voluntário tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem qualquer penalização.
5. **ASPECTO LEGAL:** este projeto foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde – Brasília, DF. Qualquer dúvida, ou se sentir necessidade, o voluntário poderá entrar em contato com o Comitê de Ética local, por meio do telefone (48) 3721-9206 ou do e-mail [cep.propesq@contato.ufsc.br](mailto:cep.propesq@contato.ufsc.br).
6. **GARANTIA DO SIGILO:** o pesquisador assegura a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

7. LOCAL DA PESQUISA: As avaliações ocorrerão na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança - Laboratório de Biodinâmica (Sala 15 do Centro Natatório), localizado na Rua Felizardo, 750 – Jardim Botânico, Porto Alegre/RS, 90690-200
8. BENEFÍCIOS: ao participar desta pesquisa, o voluntário possibilitará ao pesquisador obter informações importantes a respeito efeitos da terapia com fotobiomodulação (PBMT) no desempenho de corredores durante uma prova de 5000 metros
9. PAGAMENTO: o voluntário não terá nenhum bônus por participar desta pesquisa, bem como não pagará nada por sua participação. Caso haja algum custo de transporte, o mesmo será responsabilidade do pesquisador responsável.
10. DANOS AO VOLUNTÁRIO: o voluntário possui garantia de indenização assegurada pela lei 466/2102 do CNS caso sinta-se lesado pela pesquisa.
11. CONTATO: (48) 3721-4779– Professor Dr. Fernando Diefenthaeler. E-mail: Fernando.diefenthaeler@ufsc.br
12. CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO:  
Eu,

\_\_\_\_\_, após a leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma cópia deste termo de consentimento e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico.

**NÃO ASSINE ESTE TERMO SE TIVER ALGUMA DÚVIDA A RESPEITO**

Porto Alegre/RS, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Voluntário

**SOMENTE PARA O RESPONSÁVEL PELO PROJETO**

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste voluntário ou seu representante legal como condição para a participação nesse estudo.

Araranguá, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Professor Dr. Fernando Diefenthaeler  
Responsável e Pesquisador Principal

## ANEXO B – PARECER SUBSTANCIADO DO CEP



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE  
PESQUISA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** EFEITO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE CORREDORES EM DIFERENTES PROVAS DE ATLETISMO

**Pesquisador:** Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 09426919.0.0000.5347

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.267.288

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa do Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (ESEFID) da UFRGS e dos colaboradores: prof. Dr. Marco Aurélio Vaz, Prof. Dr. Fábio Juner Lanferdini, Prof. Mr. Rodrigo Gomes da Rosa, Prof. Dr. Bruno Manfredini Baroni, Prof. Dr. Fernando Diefenthaler, Melissa Daniel Silva, Edson Soares da Silva, Samuel Munhoz.

Este projeto de pesquisa tem como objetivo "avaliar os efeitos da TFB [terapia de fotobiomodulação], sobre o desempenho de teste de 400, 800, 3000, 5000 e 10000m, oxigenação muscular, e recuperação muscular, por meio da avaliação do dano muscular, dor muscular, EC [economia de corrida] e Eff [eficiência mecânica] de corredores".

A amostra (selecionada por conveniência) será constituída por 20 corredores fundistas com experiência na modalidade. Para participar do estudos, esses participantes devem: "(1) possuir idade entre 18 a 40 anos; (2) ser do sexo masculino; (3) estar treinando regularmente há pelo menos dois anos; (4) apresentar volume semanal de treinamento de no mínimo 60 km; (5) apresentar histórico competitivo de ao menos um ritmo de 3'50"/km em provas de 5 km; (6) possuir um VO<sub>2</sub>máx de no mínimo 60 (ml.kg-1.min-1); (7) atingir um mínimo de velocidade máxima de 18km.h-1 no teste incremental". E serão excluídos quem: "(1) apresentar histórico de lesão nos músculos quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural, e nas articulações do quadril, joelho e tornozelo, um ano previamente a realização dos testes; (2) Apresentar qualquer restrição médica à

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

**Bairro:** Farroupilha

**CEP:** 90.040-060

**UF:** RS

**Município:** PORTO ALEGRE

**Telefone:** (51)3308-3738

**Fax:** (51)3308-4085

**E-mail:** [etica@propesq.ufrgs.br](mailto:etica@propesq.ufrgs.br)





Continuação do Parecer: 3.267.288

execução de testes máximos; (3) Apresentar limitações físicas, cognitivas e/ou psicológicas a execução e/ou compreensão dos testes”.

Serão 5 dias de teste.

- No primeiro serão realizados: questionários (Inventário de Waterloo; Registro Alimentar; Experiência em corridas de Rua ou Pista); Avaliação Antropométrica; Teste Incremental Máximo, Teste de Economia de Corrida (EC) e Trabalho mecânico (TM); Testes de 400, 800, 3000 ou 10000m.

- Já do segundo ao quinto dia serão realizados: Tratamento de TFB ou PLA (pré e após os testes de pista no segundo e quarto dia); Ecointensidade (EI) [imagens dos músculos, coletadas por ultrassonografia em tempo real] coletadas pré, pós e pós 24h dos testes; Dor Muscular (por meio de uma Escala Visual Analógica); Algometria (técnica de avaliação clínica) em ambos os membros inferiores, pré, pós e pós 24h para cada um dos atletas em cada um dos dias de testes; Saltos verticais; Termografia; Oxigenação Muscular Periférica; Testes de 400, 800, 3000, 5000 e 10000m (10 min após a aplicação do TFB ou PLA); Teste de Economia de Corrida (EC) e Trabalho Mecânico (TM).

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

O primeiro objetivo do presente estudo será avaliar os efeitos da aplicação de TFB sobre o desempenho e oxigenação muscular periférica no teste de 400, 800, 3000, 5000 e 10000m em corredores. Além disso, o presente estudo terá como segundo objetivo investigar os efeitos da aplicação de TFB sobre a EC, Eff, recuperação muscular (Dor e EI) e saltos verticais, imediatamente pós e após 24h do exercício.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os riscos e benefícios são apresentados da seguinte forma pelos pesquisadores:

Riscos:

“O desconforto que você poderá sentir, está relacionado a intensidade máxima dos exercícios a serem realizados (teste incremental máximo na esteira e testes de 400, 1500, 3000, 5000 e 10000m na pista de atletismo), bem como desconfortos musculares tardios decorrentes dos testes realizados anteriormente. Entre os possíveis desconfortos que você irá sentir durante o exercício, você terá aumento da frequência cardíaca, pressão arterial, maior sudorese, bem como poderá sentir dor muscular e tontura durante os testes. Além disso, após a realização dos testes, a dor

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060  
**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE  
**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.267.288

muscular pode ser aumentada e com isso poderá sentir dificuldade de locomoção (movimentar os segmentos corporais), devido ao exercício ter sido máximo."

No projeto é acrescentado na 28, no item "Aspectos éticos" que: "durante as coletas de dados, os pesquisadores serão responsáveis pela prestação de socorro em caso de algum incidente por trauma, ou mesmo algum desconforto [sic] acontecer durante as avaliações. Desta forma, se necessário os pesquisadores terão telefone em mãos para procurar socorro médico."

Já no TCLE isso não aparece. Ao final do TCLE aparece o seguinte: "No caso de você sofrer algum dano decorrente dos testes realizados por esta pesquisa, os pesquisadores assumirão as suas responsabilidades e farão o necessário para melhor lhe atender e resolver o dano ocasionado."

**Benefícios:**

"Os benefícios oriundos da participação da pesquisa é a oportunidade de entender quais os benefícios da TFB sobre a possibilidade de melhora do desempenho e recuperação muscular."

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

De modo geral a pesquisa é pertinente, de interesse científico, e trará informações importantes para a área. Os procedimentos metodológicos são apresentados adequadamente. O orçamento está adequado e consta o custeio do transporte dos participantes. O cronograma também está adequado e a coleta de dados será iniciada em junho de 2019.

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

Projeto Cadastrado na Plataforma Brasil – Adequado

Projeto Completo – Adequado

**TCLE:**

O TCLE está em formato de convite; apresenta os riscos e benefícios; as formas de amenizar os riscos estão apenas na parte final; explica a confidencialidade dos dados coletados; apresenta a possibilidade para o participante desistir ou retirar seus dados; explica que não haverá custos para o participante; possui contato dos responsáveis e do CEP. (ADEQUADO)

Carta de anuência do LAPEX – presente no projeto

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro  
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propeq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.267.288

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

Nesta terceira versão, todas as pendências foram atendidas.

**PENDÊNCIA 4:** Retirar do TCLE o parágrafo "O investigador tem o direito de encerrar o seu envolvimento nesse estudo, caso isso se faça necessário, o que poderá ocorrer se você apresentar qualquer proibição médica à execução de testes máximos ou se você apresentar limitações físicas, cognitivas e/ou psicológicas a execução e/ou compreensão dos testes. Além disso, caso você não siga as recomendações nutricionais, sinta fortes dores musculares ou articulares durante os testes, ou ainda altere suas atividades de vida diária no período das avaliações, o pesquisador pode optar por sua exclusão do estudo. Da mesma forma, você pode retirar o seu consentimento em participar do estudo a qualquer momento se assim o deseja". Se for necessário incluir estas questões no projeto. (PENDÊNCIA ATENDIDA)

**PENDÊNCIA 5:** readequar o cronograma de forma que a pesquisa se inicie após a aprovação no CEP (PENDÊNCIA ATENDIDA).

Dessa forma, o projeto se encontra em estado de aprovação.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Aprovado.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1311266.pdf	11/04/2019 16:38:34		Aceito
Outros	carta_resposta2.docx	11/04/2019 16:38:11	Fábio Juner Lanferdini	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	11/04/2019 16:37:56	Fábio Juner Lanferdini	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Terapia_Fotobio_11_04_2019.docx	11/04/2019 16:37:31	Fábio Juner Lanferdini	Aceito

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

**Bairro:** Farroupilha

**CEP:** 90.040-060

**UF:** RS

**Município:** PORTO ALEGRE

**Telefone:** (51)3308-3738

**Fax:** (51)3308-4085

**E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE  
PESQUISA DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 3.267.288

Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	12/03/2019 19:34:15	Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_consustanciado_Compesq.pdf	08/03/2019 18:41:32	Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PORTO ALEGRE, 16 de Abril de 2019

---

Assinado por:

**MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

**Bairro:** Farroupilha **CEP:** 90.040-060

**UF:** RS **Município:** PORTO ALEGRE

**Telefone:** (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propeq.ufrgs.br