

LUCAS RIBEIRO RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DA LASERTERAPIA NO DESEMPENHO, RECUPERAÇÃO E NO
ESTRESSE OXIDATIVO DE CORREDORES AMADORES**

UBERABA

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

LUCAS RIBEIRO RODRIGUES

**INFLUÊNCIA DA LASERTERAPIA NO DESEMPENHO, RECUPERAÇÃO E NO
ESTRESSE OXIDATIVO DE CORREDORES AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de pesquisa: Desempenho Humano e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Jeffer Eidi Sasaki

UBERABA

2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

R614i Rodrigues, Lucas Ribeiro
Influência da laserterapia no desempenho, recuperação e no estresse oxidativo de corredores amadores / Lucas Ribeiro Rodrigues. -- 2018.
68 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018
Orientador: Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki

1. Corredores (Esportes). 2. Aptidão física do atleta - Testes. 3. Reabilitação. 4. Lasers em medicina. I. Sasaki, Jeffer Eidi. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 796.422

Lucas Ribeiro Rodrigues

**INFLUÊNCIA DA LASERTERAPIA NO DESEMPENHO, RECUPERAÇÃO E NO
ESTRESSE OXIDATIVO DE CORREDORES AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Educação Física, área de concentração “Esporte e Exercício” (Linha de pesquisa: Desempenho Humano e Esporte), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Dr. Jeffer Eidi Sasaki

Aprovada em 31 de julho de 2018.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki – Orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

Prof. Dr. Octávio Barbosa Neto
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

Prof. Dr. Guilherme Goulart de Agostini
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1 – Ilustração dos possíveis mecanismos de ação da laserterapia no desempenho, recuperação e estresse oxidativo.....	12
--	----

ARTIGO I

1 – Ilustração do Desenho Experimental.....	20
2 – Comparação das médias do tempo de corrida (s) no teste incremental progressivo em esteira entre as condições Sham e Laser.....	25
3 – Comparação das médias da distância percorrida (Km) no teste incremental progressivo em esteira entre as condições Sham e Laser.....	26
4 – Comparação das médias da atividade da CK (U/L) em cada momento para as condições Sham e Laser.....	27

ARTIGO II

1 – Ilustração do Desenho Experimental.....	37
2 - Comparação das médias da concentração de TBARS (mmol/L) entre as condições Laser e Sham.....	43
3 – Comparação das médias da concentração de Tióis Totais (mmol/L) entre as condições Laser e Sham.....	44
4 – Comparação das médias da atividade da CAT (K/gHb) entre as condições Sham e Laser.....	45
5 – Comparação das médias atividade da SOD (U/gHb) entre as condições Sham e Laser.....	46

ANEXO 1

Escala Visual analógica (EVA).....	67
------------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

1 – Parâmetros para aplicação da laserterapia.....	23
2 – Comparação dos deltas das Escalas Subjetivas de Recuperação e Dor entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	26
3 – Comparação dos deltas da atividade da CK (U/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	27

ARTIGO II

1 – Parâmetros para aplicação da laserterapia.....	39
2 – Comparação dos deltas da concentração de TBARS (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	42
3 – Comparação dos deltas da concentração de Tióis Totais (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	43
4 – Comparação dos deltas da atividade da CAT (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	44
5 – Comparação dos deltas da atividade da SOD (U/gHb) entre os momentos nas condições Sham e Laser.....	45

ANEXO 1

Escala de Percepção Subjetiva de Recuperação.....	67
Escala de Percepção Subjetiva de Esforço.....	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP – Adenosina Trifosfato

CAT - Catalase

CK – Creatina Kinase

FC – Frequência Cardíaca

GPX – Glutathione Peroxidase

IL – Interleucina

LED – Laser de Diodo

LDH – Lactato Desidrogenase

MDA - Malondialdeído

NADH – Dinucleotídeo de Nicotinamida e Adenina

NF- κ B – Fator nuclear Kappa B

ROS – Espécies Reativas de Oxigênio

SDH – Succinato Desidrogenase

SOD – Superóxido Dismutase

TBARS – Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico

TNF- α – Fator de Necrose Tumoral

VO_{2máx.} – Consumo Máximo de Oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 OBJETIVO GERAL.....	13
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.2 HIPÓTESE	14
2 ARTIGOS PRODUZIDOS	15
2.1 ARTIGO 1.....	15
2.2 ARTIGO 2.....	32
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
4 REFERÊNCIAS	51
4.1 REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO.....	51
4.2 REFERÊNCIAS ARTIGO I.....	55
4.3 REFERÊNCIAS ARTIGO II.....	60
APÊNDICE	66
ANEXO A	67
ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA).....	67
ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE RECUPERAÇÃO.....	67
ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.....	68

1 INTRODUÇÃO

Os estudos dos mecanismos de ação da biomodulação da irradiação do laser de baixa potência (laserterapia) começaram na Rússia em 1964, após o desenvolvimento da tecnologia do laser. Na década de 70, estudos (MESTER et al., 1968; ROUNDS, OLSON, JOHNSON, 1965; ROUNDS, CHAMBERLAIN, OKIGAKI, 1965) dos efeitos da fotobioestimulação ou fotobiomodulação por laserterapia foram realizados. Na década de 80, a laserterapia foi aplicada em práticas clínicas em diversos países, a exemplo do Japão, China, Canadá, Irlanda do Norte, Vietnã, América Latina e Europa Oriental (LAP, DUET, CUONG, 1994; OHSHIRO, 1993; ZHOU, 1991; McKIBBIN, DOWNIE, 1991; BAXTER et al., 1991). No entanto, somente no início do século 21 os estudos em relação à laserterapia foram aprofundados (MOSKVIN, 2017).

Esses estudos abordaram primariamente a habilidade da laserterapia em modular processos fisiológicos associados com lesão e recuperação e produziram resultados promissores (BORSA; LARKIN; TRUE, 2013). No entanto, as pesquisas mais recentes também têm focado no atraso do desenvolvimento da fadiga muscular, aumento do desempenho atlético e prevenção de dano muscular (LEAL JUNIOR et al., 2015; AGRAWAL et al., 2014). Os processos modulatórios associados com a laserterapia são denominados de fotobiomodulação ou fotobioestimulação, uma vez que envolvem a aplicação de luz para induzir mudanças bioquímicas no tecido de uma maneira estimulatória ou inibitória (LEAL JUNIOR et al., 2015; AGRAWAL et al., 2014; HUANG et al., 2009).

Sugere-se que os efeitos ergogênicos da laserterapia estão associados com a atividade da cadeia de transporte de elétrons, aumentando o metabolismo oxidativo e produção de adenosina trifosfato (ATP), causando mudanças na cinética de oxigênio (DE MARCHI et al., 2012), ressíntese de creatina fosfato, produção de lactato e microcirculação, contribuindo, assim, para aumentos no fornecimento de substrato energético para o músculo (FERRARESI et al., 2015; DOS REIS et al., 2014; DE MARCHI et al., 2012; FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012).

Além dessas adaptações, hipotetiza-se que a laserterapia atua na recuperação muscular, diminuindo, assim, a atividade de biomarcadores de dano muscular, a exemplo da creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH) (FERRARESI; HAMBLIN; PARIZOTTO, 2012), fator de necrose tumoral- α (TNF- α) e interleucinas (IL-6, IL-1 β) (DE OLIVEIRA et al., 2017; MANTINEO; PINHEIRO; MORGADO, 2014). A laserterapia também reduz o estresse oxidativo na fibra lesionada, promovendo aumentos do fator nuclear-kB (NF-kB) (DOS

SANTOS et al., 2017). Outros fatores também estariam presentes, como aumentos da adesão, migração e proliferação celular, prevenindo a apoptose celular (ALVES et al., 2014; HUANG et al., 2009).

Assim, como estudos são desenvolvidos buscando melhores estratégias de pré-condicionamento, para a melhora imediata do desempenho (ZOIS, BISHOP, AUGHEY, 2015; KILDUFF et al., 2012), também, um grande número de modalidades terapêuticas têm sido utilizadas na reabilitação esportiva para acelerar a recuperação muscular pós exercício, tais como: recuperação ativa, crioterapia, massagem, terapia de contraste (imersão em água quente e fria), hidroterapia, alongamento, terapia de oxigênio hiperbárica e eletroestimulação (DUPUY et al., 2018; LEAL JUNIOR et al., 2009). A laserterapia, mais recentemente, tem sido proposta como uma estratégia de pré-condicionamento e, também, como uma modalidade terapêutica para minimizar os danos musculares pós-exercício (FERRARESI, HUANG, HAMBLIN, 2016; NAMPO et al., 2016; LEAL JUNIOR, et al., 2015; AGRAWAL et al., 2014; BORSA, LARKIN, TRUE, 2013; FERRARESI, HAMBLIN, PARIZOTTO, 2012).

Nesse sentido De Marchi et al. (2012) estudaram os efeitos da laserterapia no desempenho humano, estresse oxidativo e dano muscular em um teste de corrida de intensidade progressiva. Os autores concluíram que a aplicação da laserterapia pré-teste melhorou o desempenho aeróbio, demonstrado pelo aumento no tempo de exaustão e no $VO_{2máx.}$. A aplicação da laserterapia, também preveniu os danos oxidativos nos lipídios e proteínas e aumento na atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), bem como, preveniu maiores danos musculares, verificado pela atenuação nas atividades das enzimas CK e LDH.

Outro estudo (MIRANDA et al., 2016) avaliou o efeito imediato da combinação de laser superpulsado e terapia de diodo (LED) sobre o desempenho muscular durante teste progressivo em esteira. Os autores concluíram que a aplicação da laserterapia com combinação de laser superpulsado e LED aplicada antes do teste progressivo em esteira aumentou a distância percorrida, tempo até exaustão, ventilação pulmonar e diminuiu a sensação de dispneia em voluntários saudáveis.

Ferraresi et al. (2015[A]), por sua vez, investigaram os efeitos da aplicação da LED na oxidação mitocondrial (cinética do VO_2), marcadores sanguíneos de fadiga e danos associados por meio de análise metabólica na urina. Após a aplicação da LED nos músculos bíceps e tríceps braquial, oblíquo externo e latíssimo do dorso, quadríceps femoral, isquiotibiais, tibial anterior, gastrocnêmio e sóleo, os autores concluíram que houve melhora

no tempo de exaustão, na melhora da cinética do VO_2 , com diminuição do déficit de O_2 ; atenuação da fadiga, com menores concentrações de lactato; diminuição no dano muscular, mostrado pela diminuição da atividade da CK; e diminuição na disfunção renal durante o exercício de corrida intensa, verificado pela diminuição da concentração da creatinina.

Por outro lado, há evidências de que a laserterapia não tem efeito na melhora imediata do desempenho e na recuperação pós-exercício. Assim, Machado et al. (2017) examinaram os efeitos da aplicação da LED aplicadas entre dois testes de corrida na recuperação e desempenho, por meio de avaliações do lactato, CK, dor muscular tardia e variabilidade da frequência cardíaca (FC) em participantes fisicamente ativos. Concluiu-se que a LED terapia aplicada entre testes de corrida teve um efeito moderado, retardando o início da fadiga, mas não teve nenhum efeito no desempenho da corrida, como mostrado na distância percorrida, velocidade média, tempo de corrida e percepção de esforço; e na recuperação, evidenciado pelos resultados da dor muscular tardia e concentrações da CK.

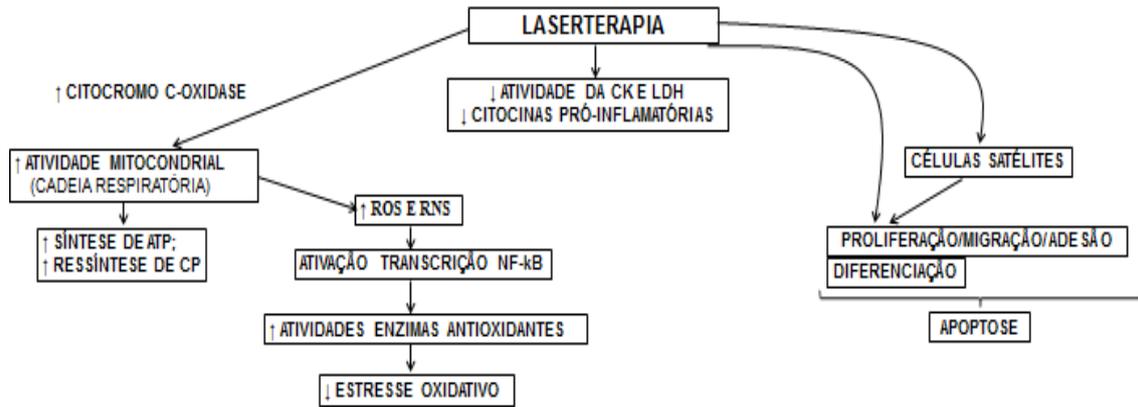
Ao avaliar a aplicação contínua, durante 5 dias, da laserterapia logo após as sessões de treinos em jogadores de pólo aquático. Os autores concluíram que não houve efeitos significantes no desempenho de 200m de natação e apenas efeitos pequenos a moderados foram encontrados no desempenho de teste anaeróbio específico para o polo aquático e nos marcadores de dano muscular e inflamatório (ZAGATTO et al., 2016).

Outro estudo (VIEIRA et al., 2012) analisou se um programa crônico de treinamento de *endurance* com a laserterapia poderia melhorar os efeitos crônicos do treinamento de *endurance* sem a laserterapia. Os resultados indicaram que a laserterapia foi efetiva, diminuindo o índice de fadiga dos membros inferiores dominante e não dominante; no entanto, não encontraram diferenças significantes no trabalho total dos músculos extensores do joelho.

Assim, em virtude do alto nível de competitividade dos atletas nas corridas de longa duração, faz-se necessário compreender se a laserterapia efetivamente promove melhoras imediatas no desempenho em corrida, na recuperação e no estresse oxidativo pós-exercício. No entanto, não há resultados claros em relação aos efeitos da laserterapia no desempenho, na recuperação e no estresse oxidativo. Além disso, os parâmetros ótimos de aplicação da laserterapia também não se encontram definidos na literatura.

O presente estudo tem como justificativa a possível relação entre a aplicação da laserterapia imediatamente antes do teste incremental progressivo em esteira com a melhora no desempenho físico, recuperação e estresse oxidativo de corredores amadores. Se a hipótese for confirmada, poderá se embasar a utilização da laserterapia como um método de pré-

condicionamento e de recuperação na rotina de atletas de corrida, por ser uma estratégia não invasiva e de rápida aplicação.



Fonte: Elaborada pelo autor

Figura 1. Possíveis mecanismos de ação da laserterapia no desempenho, recuperação e estresse oxidativo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da aplicação da laserterapia sobre o desempenho, recuperação e estresse oxidativo em corredores amadores.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o efeito da aplicação da laserterapia na Percepção Subjetiva de Recuperação e Percepção Subjetiva de Dor;

Avaliar o efeito da aplicação da laserterapia sobre:

- O tempo de corrida e distância percorrida no teste progressivo em esteira;
- A atividade da CK;
- O biomarcador de peroxidação lipídica;
- Nas atividade das enzimas antioxidantes catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD);
- Na concentração de Tióis Totais.

1.2 HIPÓTESE

A hipótese do trabalho é que a aplicação da laserterapia imediatamente antes do teste incremental progressivo em esteira aumenta o desempenho de corredores amadores, além disso, resulta em diminuições nas concentrações da enzima CK e de marcadores de estresse oxidativo, após o teste incremental progressivo em esteira.

H1 – A aplicação da laserterapia antes do teste incremental progressivo em esteira aumenta o tempo de corrida e distância percorrida e diminui as concentrações de CK e dos marcadores de estresse oxidativo em corredores amadores;

H0 - A aplicação da laserterapia antes do teste incremental progressivo em esteira não aumenta o tempo de corrida e distância percorrida e não diminui as concentrações de CK e dos marcadores de estresse oxidativo em corredores amadores.

2 ARTIGOS PRODUZIDOS

2.1 ARTIGO I

EFEITO AGUDO DA LASERTERAPIA NO DESEMPENHO E RECUPERAÇÃO DE ATLETAS CORREDORES AMADORES APÓS TESTE PROGRESSIVO INCREMENTAL EM ESTEIRA

RESUMO

Objetivo: Analisar os efeitos da laserterapia no tempo de corrida e distância percorrida e recuperação em um teste incremental progressivo em esteira até a exaustão. *Métodos:* Doze homens treinados participaram do estudo. Os participantes visitaram o laboratório em duas ocasiões e realizaram o mesmo teste incremental progressivo em esteira, com intervenções aleatórias em desenho crossover: condição laser ou sham. A duração da corrida e a distância percorrida foram analisadas. O nível de creatina kinase (CK), bem como as percepções subjetivas de recuperação e dor foram utilizadas como medidas de recuperação. As diferenças nos deltas de mudança entre as diferentes condições foram comparadas usando o Teste T pareado para as variáveis tempo de corrida e distância percorrida, ANOVA Two Way para a variável CK e, para as percepções subjetivas de recuperação e dor foram utilizados testes não-paramétrico de Wilcoxon para a comparação dentro dos grupos e Mann Whitney para comparação entre os grupos. *Resultados:* Em comparação com a condição Sham, a laserterapia aplicada imediatamente antes dos testes não melhorou o tempo de corrida ($\Delta = 23,66s$ e $\Delta = 31,33s$), distância percorrida ($\Delta = 0,12km$ e $\Delta = 0,14km$), percepções subjetivas de recuperação ($\Delta = 0,5$ e $\Delta = 0$) e dor ($\Delta = 0,5$ e $\Delta = 0$) e a atividade da CK no período de 48 horas após o teste (67,2 U/L e 135 U/L). *Conclusão:* Os resultados sugerem que a laserterapia aplicada imediatamente antes do teste em esteira não tem efeito no desempenho de corrida e nas percepções subjetivas de dor e recuperação. No entanto, mostraram menores aumentos dos níveis de CK, principalmente no momento pós x 24 horas.

Palavras-chave: Laserterapia; Desempenho Aeróbio; Recuperação.

ABSTRACT

Objective: To analyze the lasertherapy effects on total running time, distance traveled and recovery on progressive incremental treadmill test until exhaustion. *Methods:* Participants visited the laboratory on two occasions and performed the same incremental treadmill test, with random interventions in a crossover design: laser or sham condition. Running time and distance traveled were recorded. Creatine kinase (CK) level, as well as subjective perceptions of recovery and pain were used as recovery measures. Pre and post differences in the variables, determined for both between and within conditions, were statistically tested using the Paired T-test for time running and distance traveled, ANOVA Two Way for CK activity, and for Subjective Perceptions of Recovery and Pain were used Wilcoxon non-parametric tests for a comparison within the groups and Mann Whitney for comparison between the groups. *Results:* Compared with the Sham condition, the lasertherapy applied immediately before the tests did not improve the running time ($\Delta = 23,66s$ vs. $\Delta = 31,33s$), distance traveled ($\Delta = 0,12km$ vs. $\Delta = 0,14km$), subjective perceptions of recovery ($\Delta = 0,5$ vs. $\Delta = 0$) and pain ($\Delta = 0,5$ vs. $\Delta = 0$) and CK activity ($67,2$ U/L vs. 135 U/L) in the 48-hours post-test. *Conclusion:* The results suggest that lasertherapy applied immediately before the treadmill test has no effect on running performance and subjective perceptions of pain and recovery. However, they showed lower increases in CK levels, especially at the post-x 24 hour time point.

Keywords: Lasertherapy; Aerobic Performance; Recovery.

1 INTRODUÇÃO

Cientistas e profissionais do esporte utilizam grande parte do período de competição tentando garantir que as estratégias de treinamento e de recuperação dos atletas sejam apropriadas para assegurar o melhor desempenho no dia da competição. Contudo, há um grande número de estratégias de pré-condicionamento que podem ser utilizadas no dia de competições, como aquecimento convencional, manutenção passiva do calor, potenciação pós-ativação, pré-condicionamento isquêmico (Kilduff, Finn, Baker, Cook, & West, 2013) e, mais recentemente, a utilização da laserterapia (Ferraresi Huang, & Hamblin, 2016; Nampo, Cavalheri, Dos Santos Soares, De Paula Ramos, & Camargo, 2016; Borsa, Larkin, & True, 2013).

Alguns estudos têm indicado possíveis efeitos ergogênicos da laserterapia no desempenho físico (Antoniali et al., 2014; De Marchi et al., 2012; Vieira, Ferraresi, Perez, Baldissera, & Parizotto, 2012; Leal Junior et al., 2010; Leal Junior et al., 2009). Esses efeitos ergogênicos estão associados com a atividade da cadeia de transporte de elétrons, aumentando o metabolismo oxidativo e produção de adenosina trifosfato (ATP), causando mudanças na cinética de oxigênio (De Marchi et al., 2012), ressíntese de creatina fosfato, produção de lactato e microcirculação, contribuindo, assim, para aumentos no fornecimento de ATP via fosforilação oxidativa para o músculo (Ferraresi et al., 2015a; Dos Reis et al., 2014; De Marchi et al., 2012; Ferraresi, Hamblin, & Parizotto, 2012). Além disso, a laserterapia também atuaria na modulação enzimática, a exemplo da diminuição da atividade das enzimas lactato desidrogenase e creatina kinase, e aumento da atividade da citocromo c-oxidase e citrato sintase (Agrawal, Gupta, Rai, Carroll, & Hamblin, 2014; Ferraresi et al., 2012).

Existem evidências que a aplicação da laserterapia pré-exercício melhora o desempenho aeróbio, previne o estresse oxidativo e o dano muscular (Ferraresi et al., 2015b; De Marchi et al., 2012). Além disso, a laserterapia com dosagem de 15J parece melhorar a economia

neuromuscular durante a corrida de 8 e 9 km.h⁻¹ (Dellagrana et al., 2018). Por outro lado, a laserterapia não melhorou o desempenho quando aplicada antes de teste de corrida a 115% do VO_{2máx}. (Malta et al., 2016). Machado, Peserico, Mezzaroba, Manoel, & Da Silva (2017) utilizaram a aplicação da luz de diodo (LED) entre testes de corrida e encontraram um efeito moderado na atenuação da dor muscular tardia, mas sem efeito no desempenho da corrida, velocidade média, tempo de corrida e percepção de esforço, e na recuperação.

Em virtude do alto nível de competitividade dos atletas nas corridas de longa duração, faz-se necessário compreender se a laserterapia efetivamente promove melhoras agudas no desempenho em corrida e recuperação pós-exercício. No entanto, não há resultados claros em relação aos efeitos da laserterapia no desempenho e na recuperação.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi determinar se a aplicação da laserterapia poderia melhorar agudamente o tempo de corrida e distância percorrida no teste progressivo em esteira e o possível efeito tardio (24h depois) nesses mesmos parâmetros de desempenho. Além disso, foi avaliado o comportamento da concentração de creatina kinase (CK) ao longo de um período de 48h. Nossa hipótese foi que a laserterapia melhoraria o desempenho imediatamente após sua aplicação bem como o desempenho 24h depois. Hipotetizou-se também que a aplicação da laserterapia atenuaria a atividade do biomarcador de dano muscular (CK) pós-exercício.

2 MÉTODOS

2.1 ASPECTOS ÉTICOS

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, sob o parecer 993.636. Os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para a participação.

2.2 PARTICIPANTES

Doze homens praticantes de corrida de rua ($34,2 \pm 7,6$ anos; $73,1 \pm 12,8$ kg; $173,8 \pm 8,5$ cm; $10,4 \pm 6,7$ %G) foram selecionados para o estudo. O tamanho da amostra foi determinado com base nos artigos de revisão sistemática de Borsa et al. (2013) e Nampo et al. (2016), os quais observaram que o tamanho da amostra nos diferentes estudos variou de 6 a 12 e 8 a 35 participantes, respectivamente. Os critérios de inclusão foram a) homens praticantes de corrida de rua entre 25 a 45 anos de idade; b) experiência mínima de um ano de treino de corrida de rua; c) ausência de lesões articulares ou musculares que impedissem a realização dos testes; d) participação regular em treinamentos na época da coleta de dados; e) ausência de histórico de câncer de pele na família e tatuagens nos locais de aplicação do laser; e f) não utilização de medicamentos ou suplementos nutricionais 48 horas antes dos testes.

2.3 DESENHO EXPERIMENTAL

A *Figura 1* mostra o desenho experimental do estudo. Na semana 1 os participantes realizaram a familiarização com o teste progressivo em esteira, minimizando o viés da aprendizagem do teste e das escalas subjetivas de recuperação e dor. Foram feitas orientações para que os participantes mantivessem suas rotinas de treinos, no entanto, não realizassem exercícios físicos 48 horas antes dos primeiros dias de testes, e mantivessem a ingestão de alimentos habituais. No dia seguinte, 24 horas após a familiarização, os participantes realizaram o protocolo de teste.

Nas semanas 2 e 3, foram feitas as intervenções (LAtivo e LSham), com um período de sete dias entre cada condição, de forma aleatória. No primeiro dia, após 10 minutos de repouso, os participantes responderam as escalas subjetivas de recuperação e dor, e uma amostra de sangue foi recolhida por uma profissional devidamente treinada e certificada. Em seguida, os participantes realizaram o protocolo de teste, no qual foi avaliada a frequência

cardíaca (FC) durante todo o teste (*Polar Team System*) e a escala subjetiva de esforço ao final de cada estágio. Após a interrupção do teste, foram realizados cinco minutos de recuperação ativa, que consistiu em uma caminhada a 6 km.h^{-1} e cinco minutos de recuperação passiva, na qual os participantes permaneceram sentados. A amostra de sangue pós-teste foi recolhida após os cinco minutos da recuperação passiva.

No dia seguinte, 24 horas após a primeira sessão de teste, os voluntários retornaram ao laboratório para a segunda sessão de teste. Os participantes repetiram a mesma sequência, sendo a coleta de sangue realizada somente em repouso (pré-teste). No terceiro dia consecutivo de visita ao laboratório, 48 horas após a primeira sessão, os participantes somente responderam as escalas subjetivas de recuperação e dor e mais uma coleta de sangue foi realizada.

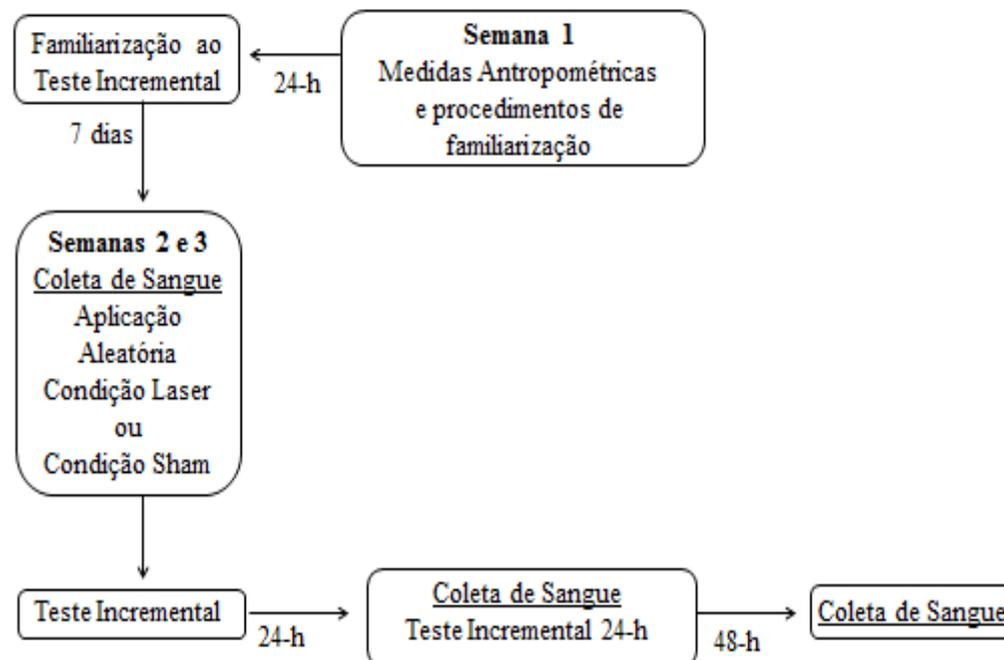


Figura 1. Desenho experimental.

2.4 FAMILIARIZAÇÃO

Os participantes realizaram a familiarização ao teste progressivo em esteira (*Inbramed Super ATL*), com inclinação fixa de 1%. A velocidade inicial foi de $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ durante 3 minutos, com acréscimo de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 2 minutos, até a exaustão. Ao final do teste os participantes realizaram uma fase de recuperação ativa, com a velocidade de $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, por cinco minutos e recuperação passiva, em que ficaram sentados por um período de cinco minutos.

2.5 PROTOCOLO DE TESTE

Antes da realização do protocolo de teste, os participantes permaneceram sentados por 10 minutos. Após esse período, o protocolo de teste foi iniciado com a execução das seis últimas velocidades da familiarização de cada participante, sendo a última velocidade (V6) e, em ordem decrescente, a primeira velocidade (V1). Assim, o protocolo de teste consistiu na realização de 3 minutos de aquecimento a $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, progredindo para a primeira velocidade (V1) individual, com acréscimo de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 2 minutos, até a exaustão. O protocolo de teste poderia ser finalizado a qualquer momento, se os participantes quisessem.

2.6 RANDOMIZAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE CEGAMENTO

Este estudo foi cruzado, randomizado, duplo cego e placebo controlado. A randomização foi realizada por sorteio simples, o qual determinou a sequência em que os voluntários participariam nas condições Laserterapia Ativo (LAtivo) ou Laserterapia Sham (LSham). O pesquisador responsável pela aplicação da laserterapia fez a distribuição dos voluntários nas condições LAtivo ou LSham e calibração (ativo ou sham) do dispositivo para aplicação da laserterapia. Essa mesma pessoa foi instruída a não comunicar o tipo de tratamento nem para os participantes, nem para a pessoa que aplicou o teste progressivo em

esteira. O cegamento foi realizado tendo uma pessoa responsável pela calibração do dispositivo e aplicação da laserterapia, e outra pessoa responsável pela aplicação do teste. Além disso, os participantes tiveram os olhos vendados e utilizaram um abafador de som, para evitar a audição do som do dispositivo durante o procedimento.

2.7 AVALIAÇÃO DA DOR MUSCULAR TARDIA

A escala visual análogica (EVA) para dor (*Visual Analogue Scale [VAS]*) é um método válido e confiável para avaliação da intensidade da dor (Bijur, Silver, & Gallagher, 2001; Jensen, Karoly, & Braver, 1986). Trata-se de uma escala numerada de 0-10, na qual em uma extremidade é marcada “nenhuma dor” (0) e na outra “pior dor possível” (10). Para sua aplicação, solicitou-se que o participante indicasse a linha da dor antes das coletas de sangue e do protocolo de teste.

2.8 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE RECUPERAÇÃO (PSR)

A PSR é uma representação escalar (0-10) de níveis variados de um nível individual de PSR. A PSR é utilizada como método de fácil compreensão, não invasivo e preciso para monitorar o estado inicial de recuperação potencial, como marcador inicial para identificar *overtraining* (Laurent et al., 2011). Os participantes responderam à PSR todos os dias, após o período de 10 minutos de repouso e antes de iniciarem os procedimentos de coleta de dados (antes das coletas de sangue).

2.9 APLICAÇÃO DA LASERTERAPIA E SHAM

A aplicação da LATivo foi realizada imediatamente antes do protocolo de teste e aplicada em contato direto com a pele, usando o dispositivo THOR-LX2 (Thor Photomedicine Ltd, London, UK) em cinco pontos de cada membro inferior (dois pontos no

quadríceps femoral - um ponto medialmente e um ponto lateralmente, dois pontos nos isquiotibiais - um ponto medialmente e um ponto lateralmente, e um ponto no gastrocnêmio – centralmente). Na condição Sham, também foi realizado os procedimentos de aplicação, sem a irradiação de luz (Machado et al., 2017; Zagatto et al., 2016). As características e o modo de aplicação são mostrados na *Tabela 1*.

Tabela 1. Parâmetros para aplicação da laserterapia.

Número de diodos	104 (56 diodos de 660nm e 48 diodos de 850nm)
Comprimento de onda	Misto, de 660nm e 850nm
Frequência	Frequência contínua
Saída Óptica	10 mW (660nm) e 30 mW (850nm)
Densidade Potência	50 mW/cm ² (660nm) e 150 mW/cm ² (850nm)
Densidade de Energia	1.5J/cm ² para cada LED vermelho e 4.5J/ cm ² para cada LED infravermelho
Energia	40 J cada ponto (0.2 J para cada LED vermelho e 0.6 J para cada LED infravermelho)
Tempo de tratamento	20s em cada ponto (100s tempo total em cada perna)
Número de locais de irradiação por membro	5
Número de pontos de irradiação por membro	520
Total de energia liberada por membro	200J
Modo de aplicação	Dispositivo estacionário em contato e com um ângulo de 90° com a pele, com uma leve pressão

2.10 AMOSTRAS DE SANGUE E AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS

As coletas de sangue foram realizadas por uma técnica em enfermagem devidamente paramentada, antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após o protocolo progressivo em esteira, em tubos contendo EDTA. As amostras sanguíneas (4 mL) foram prontamente centrifugadas a 3500 g por 10 minutos a 4°C para separação dos eritrócitos e plasma e congeladas a -20°C. Para a determinação da atividade de CK, 20µL do plasma foram incubados com 1,0 mL da solução reativa por 2 minutos a 37°C. Em seguida, foram realizadas leituras a 340nm nos intervalos de 0 a 3 min. A atividade da CK foi determinada utilizando-se o kit CK-NAC UV (Bioclin) e expressa em unidade/litro. Para o cálculo da CK, utilizou-se a seguinte equação: $CK (U/L)_{340nm} = \Delta A/min \times 8095$, onde $\Delta A/min$ são as médias das diferenças de absorbância por minuto.

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram apresentados como o delta da diferença entre os momentos. As variáveis tempo de corrida, distância percorrida e CK foram expressos como média e desvio padrão, e os dados das percepções subjetivas de recuperação e dor foram expressos como mediana e amplitude. As diferenças dos deltas entre as condições nas variáveis tempo de corrida e distância percorrida foram testadas pelo Teste T pareado. Para a variável CK, foi utilizada o teste ANOVA Two Way. E para as variáveis percepções subjetiva de recuperação e dor foi utilizado o teste não-paramétrico Wilcoxon para análise dos momentos dentro das condições e o teste Mann-Whitney para análise entre as condições. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$, em um teste bilateral. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SPSS. O tamanho do efeito (ES) foi usado para estimar a magnitude da diferença. Como proposto por Cohen (1988) a diferença foi considerada pequena quando $ES \leq 0,2$, moderado quando $ES \leq$

0,5 e grande quando $ES > 0,8$. Se um tamanho de efeito moderado ou grande foi notado ($>0,5$) em relação a uma diferença não significativa observada pelo valor de P , a probabilidade de um erro tipo II foi considerada.

4 RESULTADOS

4.1 EFEITOS DA LASERTERAPIA NO TEMPO DE CORRIDA, DISTÂNCIA PERCORRIDA E PERCEPÇÕES SUBJETIVAS DE RECUPERAÇÃO E DOR.

Não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia no tempo de corrida e distância percorrida, como verificado nos valores do delta entre os momentos nas condições Sham e Laser (*Figuras 2 e 3*). Também, as *Figuras 2 e 3* apresentam as médias do tempo de corrida e distância percorrida das condições Sham e Laser em cada momento.

Também, não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia nas Percepções Subjetivas de Recuperação e Dor, sendo que os valores de Δ variaram de -1,00 a 0,00 entre os momentos e condições Sham e Laser (*Tabela 2*).

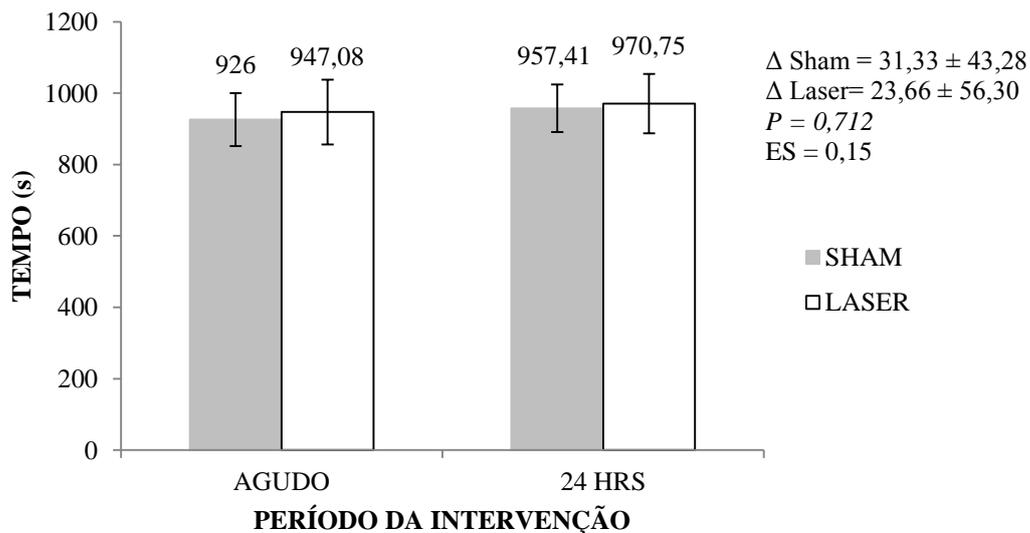


Figura 2. Comparação das médias do tempo de corrida (s) no teste incremental progressivo em esteira entre as condições Sham e Laser.

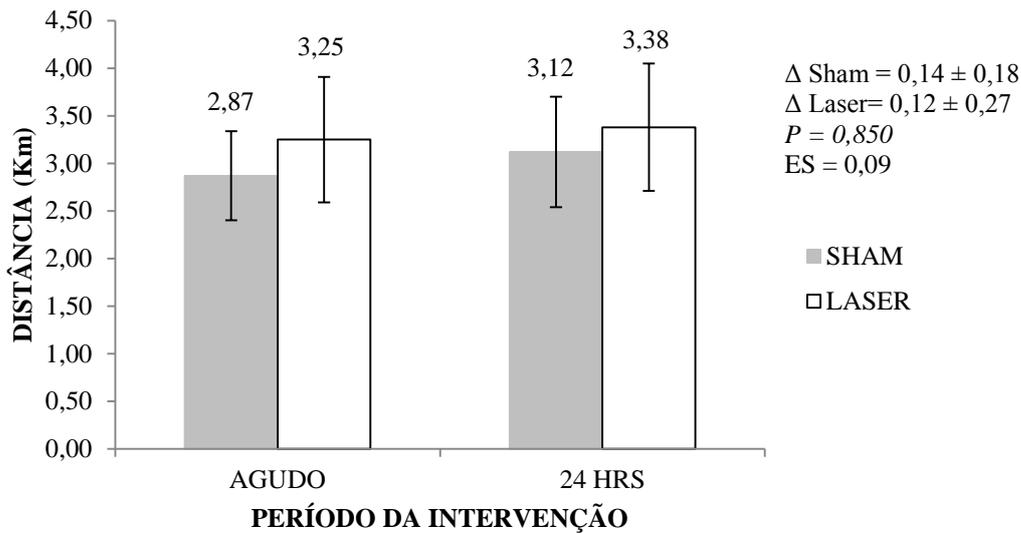


Figura 3. Comparação das médias da distância percorrida (Km) no teste incremental progressivo em esteira entre as condições Sham e Laser.

Tabela 2. Comparação das médias e dos deltas das Escalas Subjetivas de Recuperação e Dor entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		PRÉ	24 HRS	48 HRS
PSR	SHAM	7,0 (5,0)	5,5 (5,5)	7,0 (5,0)
	LASER	7,5 (5,25)	7,0 (4,25)	7,0 (4,0)
		Pré x 24 hrs		24 hrs x 48 hrs
	SHAM	$\Delta 1 = -1,00$ (4,50)		$\Delta 2 = 0,00$ (3,00)
	LASER	$\Delta 1 = 0,00$ (2,75)		$\Delta 2 = 0,00$ (1,75)
	P	0,212		0,858
EVA	SHAM	1,0 (2,75)	1,5 (2,5)	1,0 (2,75)
	LASER	1,0 (2,0)	1,5 (2,75)	1,5 (1,0)
		Pré x 24 hrs		24 hrs x 48 hrs
	SHAM	$\Delta 1 = 0,00$ (1,00)		$\Delta 2 = 0,00$ (0,75)
	LASER	$\Delta 1 = 0,00$ (2,75)		$\Delta 2 = 0,00$ (1,50)
	P	0,644		0,774

4.2 EFEITOS DA LASERTERAPIA NA ATIVIDADE DA ENZIMA CK.

Não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia na atividade da enzima CK entre os deltas dos momentos nas condições Sham e Laser (*Tabela 3*). Na *Figura 4* são apresentadas as médias da atividade da CK em cada momento nas condições Sham e Laser. Os aumentos da CK seguiram a mesma tendência de aumento nas duas condições, porém,

mesmo com magnitudes maiores de aumento da CK na condição laser, não verificou-se significância nas diferenças entre os deltas das condições.

Tabela 3. Comparação dos deltas da atividade da CK (U/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		Pré x Pós	Pós x 24 hrs	24 hrs x 48 hrs
CK (U/L)	SHAM	$\Delta 1 = 33,71 \pm 30,43$	$\Delta 2 = 43,45 \pm 98,42$	$\Delta 3 = 33,86 \pm 79,61$
	LASER	$\Delta 1 = 30,37 \pm 29,73$	$\Delta 2 = 6,24 \pm 50,71$	$\Delta 3 = 29,25 \pm 98,51$
	<i>P</i>	0,570	0,627	0,589
	ES	0,11	0,47	0,05

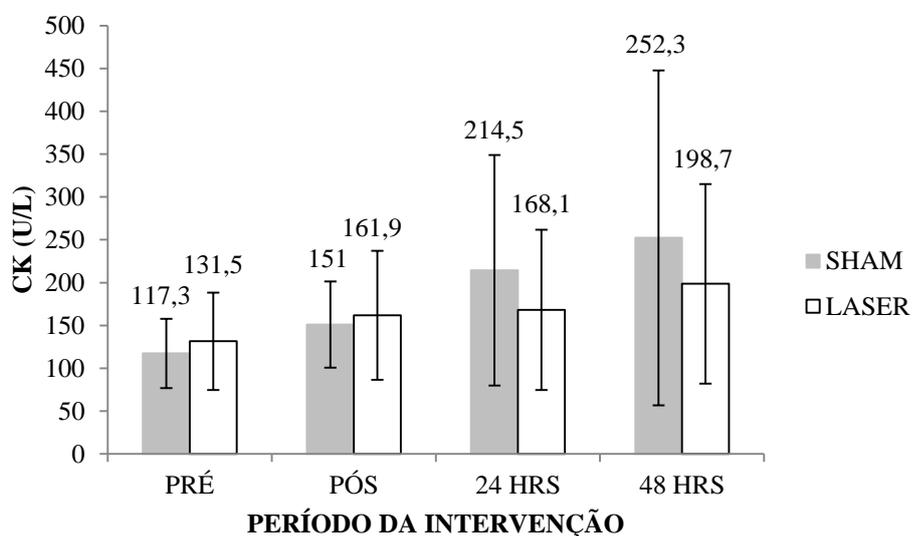


Figura 4. Médias da atividade da CK (U/L) em cada momento para as condições Sham e Laser.

5 DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que a laserterapia não tem efeito no desempenho no teste progressivo em esteira e na recuperação, denotados pelo tempo de exaustão e níveis de CK ao longo de um período de 48 horas, respectivamente.

Os estudos acerca da aplicação da laserterapia para retardar o aparecimento fadiga muscular e para diminuir os marcadores de dano muscular são relativamente novos, existindo grande variação na energia, potência, densidade de potência e tempo de irradiação, não sendo

claros os parâmetros ótimos de aplicação para diminuir a fadiga e, conseqüentemente, aumentar o desempenho e melhorar a recuperação (Ferraresi et al., 2016; Nampo et al., 2016; Borsa et al., 2013).

Estratégias para aumentar o desempenho e diminuir o período de recuperação muscular são importantes durante o período de treinamento e em eventos competitivos. Um artigo de revisão (Ferraresi, Huang, Hamblin, 2016) sobre os efeitos da laserterapia, na forma de laser de baixa potência e terapia de diodo (LED), no desempenho e marcadores de recuperação muscular, mostraram que, referente aos resultados do desempenho aeróbio, três estudos (De Marchi et al., 2012; Ferraresi et al., 2015; Miranda et al., 2016) encontraram melhora no tempo de exaustão e diminuição nos biomarcadores de dano muscular (CK e LDH) e, somente um artigo (Malta et al., 2016) não mostrou melhora no tempo de exaustão. No entanto, dois estudos que mostraram melhoras no desempenho foram realizados com participantes destreinados e com testes submáximos e o estudo que foi realizado com participante treinado, teve o tamanho amostral de um participante.

Especula-se que um dos principais mecanismos que podem influenciar a maior remoção de metabólitos é a melhor microcirculação com vasodilatação e hiperemia no local da aplicação, além dos efeitos sistêmicos no metabolismo aeróbio após essa resposta circulatória (Mak, Cheing, 2012; Larkin et al., 2012). Estudos demonstram que a atividade enzimática de todos os complexos da cadeia de transporte de elétrons e dos enzimas ligadas ao metabolismo, tais como succinato desidrogenase (SDH), citocromo c-oxidase, dinucleotídeo de nicotinamida e adenina (NADH) e CK são melhoradas após a aplicação da laserterapia, garantindo uma alta taxa de síntese de ATP pelo metabolismo oxidativo por longo período e maiores intensidades. Especificamente a atividade da enzima citocromo c-oxidase tem sido identificada como mecanismo chave da interação entre a laserterapia e vários tecidos biológicos (Albuquerque-Pontes et al., 2015; Ferraresi et al., 2011). Além da melhor

disponibilidade de energia, as respostas positivas da laserterapia no estresse oxidativo, reduzindo o dano oxidativo e aumentando a concentração de antioxidantes, influenciaria não somente a manutenção do desempenho muscular, mas, também, menores valores de inflamação e dor muscular (Leal Junior et al., 2010).

Assim, em relação a aplicação da laserterapia para o aumento do desempenho em testes aeróbios, nossos resultados corroboram os de Machado et al. (2017) que não encontraram resultados positivos da aplicação da laserterapia no tempo e distância da corrida. Por outro lado, nossos resultados diferem daqueles de De Marchi et al. (2012), os quais encontraram melhora no tempo de corrida (697,27 para 711,41 segundos) e no $VO_{2\text{máx}}$ (48,04 para 49,14). Um outro estudo (Dellagrana et al., 2018) também demonstrou que a aplicação da laserterapia antes do teste aeróbio submáximo, com dose de 15J por local, promoveu efeitos benéficos na economia neuromuscular durante a corrida a 8 e 9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ e, as doses de 30 e 60J por local, demonstraram efeitos benéficos somente durante a corrida a 9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Quanto à recuperação, hipotetiza-se que a laserterapia atuaria na modulação enzimática, a exemplo da diminuição da atividade das enzimas lactato desidrogenase e creatina kinase. Assim, quanto aos resultados da atividade da enzima CK, nossos resultados não mostraram efeitos significantes ($P < 0,05$) com a aplicação da laserterapia imediatamente antes do teste progressivo em esteira, entre as condições Sham e Laser. Esses resultados são similares aos de Machado et al. (2017) e Zagatto et al. (2016), os quais também não encontraram diferenças na atividade da enzima CK. No entanto, na condição laser os aumentos da atividade da CK foram menores do que na condição Sham, principalmente no momento pós x 24 horas. Nossos resultados diferiram dos resultados de Marchi et al. (2012) que mostraram diferenças significativas entre os grupos laser e sham nos resultados da atividade da CK pré e pós-teste progressivo em esteira.

No presente estudo, os níveis de CK indicaram que os participantes apresentaram leves danos musculares com o protocolo de teste. A porcentagem das mudanças na atividade da CK foram observadas principalmente no momento pós x 24 horas, sugerindo, assim, que a laserterapia parece ter evitado parcialmente o dano muscular na condição Laser. Isso vai de encontro com outros autores que relataram que a aplicação da laserterapia imediatamente antes ao exercício foi capaz de reduzir a liberação de CK induzida pelo exercício (De Oliveira et al., 2017; De Paiva et al., 2016; Ferraresi et al., 2015a; Antonialli et al., 2014). Nossos resultados corroboram parcialmente a hipótese de que a laserterapia atuaria na modulação enzimática dos biomarcadores de dano muscular (diminuição da atividade das CK e LDH). Contudo, futuros estudos precisam aprofundar essa investigação a fim de determinar a consistência desses efeitos em diferentes amostras.

Considerando os resultados dos estudos de Dellagrana et al. (2018), Miranda et al., (2016) e De Marchi et al. (2012), sugerimos que a laserterapia teria um efeito ergogênico em testes submáximos e quando aplicados em sujeitos não treinados. Quando aplicada em indivíduos treinados, como no presente estudo, a laserterapia aparenta não ter efeito significativo no desempenho aeróbio. No que diz respeito à atividade da CK, nossos resultados não mostraram diferença significativa entre as condições; no entanto, observou-se uma tendência à diminuição dos níveis de CK na condição Laser em comparação com a condição Sham principalmente no momento pós x 24 horas após a realização do teste incremental progressivo em esteira, indicando que a laserterapia tenha um efeito protetor quanto ao dano muscular induzido pelo exercício.

Tendo em vista os resultados encontrados nas variáveis analisadas, o tamanho da amostra pode ter influenciado nos resultados não significativos, uma vez que encontramos diferenças no tempo de Corrida entre as condições Sham x Laser (926,08 seg. x 947,08 seg.) e 24 horas após a aplicação da laserterapia (957,42 seg. x 970,08 seg.) e na atividade da CK 24

horas (198,7 U/L x 168,1 U/L) e 48 horas após a aplicação da laserterapia (252,3 U/L x 190,2 U/L). Portanto, estudos futuros com amostras maiores são necessários para averiguar essa influência do tamanho amostral.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a laserterapia aplicada imediatamente antes do teste progressivo em esteira não melhorou o desempenho na corrida e as Percepções Subjetivas de Recuperação e Dor. No entanto, os resultados deste estudo indicaram menores aumentos dos níveis de CK, principalmente no momento pós x 24 horas. Sugere-se que futuros estudos com protocolos aeróbios voltados para a manutenção do desempenho sejam conduzidos, tendo em vista os ajustes periféricos da aplicação da laserterapia, bem como comparação de diferentes parâmetros de aplicação para determinar qual o ideal para melhoria do desempenho aeróbio e recuperação.

2.2 ARTIGO II

EFEITO AGUDO DA LASERTERAPIA NO ESTRESSE OXIDATIVO APÓS TESTE INCREMENTAL PROGRESSIVO EM ESTEIRA**RESUMO**

Objetivo: Analisar os efeitos da laserterapia no estresse oxidativo após teste incremental progressivo em esteira até a exaustão. *Métodos:* Doze homens treinados participaram do estudo. As visitas no laboratório foram divididas em duas fases (duas semanas diferentes com três visitas cada) usando o mesmo teste, mas diferindo aleatoriamente nas intervenções: laser ou sham. Peroxidação lipídica, tióis totais, catalase (CAT) e superóxido dismutase (SOD) foram usadas como medidas de estresse oxidativo. As variáveis foram comparadas usando o teste ANOVA Two Way. *Resultados:* A laserterapia não melhorou agudamente os valores de TBARS, tióis totais e não foi capaz de modular a atividade das enzimas CAT e SOD pós, 24 e 48 horas após teste aeróbio em esteira, em comparação com a condição Sham. *Conclusão:* Os resultados sugerem que o uso laserterapia aplicada imediatamente antes do teste aeróbio em esteira pode diminuir os aumentos da peroxidação lipídica induzida pelo exercício.

Palavras-chave: Laserterapia; Exercício Aeróbio; Estresse Oxidativo.

ABSTRACT

Objective: To analyze the effects of lasertherapy on oxidative stress after a progressive incremental treadmill test. *Methods:* Twelve trained men participated in the study. The study visits were divided in two phases (two different weeks with three visits each) using the same test protocol, but with a random assignment to the interventions: laser or sham. Lipid peroxidation, total thiols, catalase (CAT) and superoxide dismutase (SOD) were used as measures of oxidative stress. Variables were compared using the ANOVA Two Way test. *Results:* Lasertherapy did not significantly improve the TBARS, total thiols values and was not able to modulate the activity of the CAT and SOD enzymes, post, 24 and 48 hours after the incremental treadmill test, compared to the Sham condition. *Conclusion:* The results suggest that the use of lasertherapy applied immediately before the aerobic treadmill test may decrease the increases in exercise-induced lipid peroxidation.

Keywords: Lasertherapy; Aerobic Exercise; Oxidative Stress.

1 INTRODUÇÃO

O exercício representa um estresse físico que interrompe a homeostase e afeta diretamente o músculo. Estudos demonstram que o exercício pode levar a mudanças estruturais nas células musculares e à produção de produtos metabólicos, tais como lactato e espécies reativas de oxigênio (ROS) (LIMA et al., 2013). Entretanto, a extensão da perturbação do equilíbrio redox induzido por uma sessão aguda de exercício, depende de muitos fatores que incluem o tipo de exercício, intensidade e duração do exercício, estado de treinamento dos participantes, gênero, idade e hábitos nutricionais (Guaraldo et al., 2016; Bouzid, Hammouda, Matran, Robin, & Fabre, 2014; Lima et al., 2015; Powers, Ji, Kavazis, & Jackson, 2011; Powers & Jackson, 2008).

A laserterapia tem sido utilizada no processo de recuperação muscular diminuindo a atividade de biomarcadores de dano muscular, a exemplo da creatina kinase e lactato desidrogenase (Ferraresi, Hamblin, & Parizotto, 2012), bem como de citocinas pró-inflamatórias, tais como fator de necrose tumoral (TNF- α), e interleucinas (IL-6, IL-1 β) (De Oliveira et al., 2017; Mantineo, Pinheiro, & Morgado, 2014). A laserterapia aumenta a adesão, migração e proliferação celular, prevenindo a apoptose celular (Alves, Fernandes, Deana, Bussadori, & Mesquita-Ferrari, 2014; Huang, Chen, Carroll, & Hamblin, 2009) e age nos marcadores de estresse oxidativo, tais como proteína carbonilada (De Oliveira et al., 2017; Silva et al., 2015; De Marchi et al., 2012), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutatona peroxidase (GPX) e peroxidação lipídica, com aumentos do NF-kB (Dos Santos et al., 2017; De Oliveira et al., 2017; Guaraldo et al., 2016; De Marchi et al., 2012).

De Oliveira et al. (2017) avaliou os efeitos da laserterapia na melhora do desempenho e recuperação muscular. Os resultados mostraram que a aplicação de 810nm, 10J por diodo e 100mW antes do exercício, aumentou o torque, diminuiu a dor muscular tardia, os marcadores bioquímicos de dano muscular e estresse oxidativo. Outro estudo analisou os efeitos da

laserterapia no desempenho, estresse oxidativo e dano muscular em exercício de corrida de intensidade progressiva. Foi observado que a aplicação da laserterapia diminuiu o estresse oxidativo (De Marchi et al., 2012).

Dessa forma, a aplicação da laserterapia é uma nova área do conhecimento e talvez possa ser utilizada como uma estratégia para diminuição do estresse oxidativo induzido pelo exercício aeróbio intenso, acelerando assim o tempo de recuperação após provas intensas. Contudo, os estudos que analisaram os efeitos da laserterapia no estresse oxidativo em humanos submetidos a exercício aeróbio intenso têm sido limitados na literatura e encontraram resultados contraditórios. Em face disso, o objetivo do nosso estudo foi avaliar o efeito agudo da aplicação da laserterapia no estresse oxidativo após um teste progressivo em esteira em corredores amadores.

2 MÉTODOS

2.1 ASPECTOS ÉTICOS

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Triângulo Mineiro sob o protocolo de 993.636. Os participantes foram advertidos sobre os procedimentos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, para a participação do estudo.

2.2 PARTICIPANTES

Doze homens praticantes de corrida de rua ($34,2 \pm 7,6$ anos; $73,1 \pm 12,8$ kg; $173,8 \pm 8,5$ cm; $10,4 \pm 6,7$ %G), foram selecionados para o estudo. O tamanho da amostra foi determinado com base nos artigos de revisão sistemática de Borsa, Larkin, & True (2013) e Nampo, Cavalheri, Dos Santos Soares, De Paula Ramos, & Camargo (2016), que observaram que o tamanho da amostra nos diferentes estudos variaram de 6 a 12 e 8 a 35 participantes,

respectivamente. Os critérios de inclusão foram a) homens praticantes de corrida de rua entre 25 a 45 anos de idade; b) experiência mínima de um ano de treino de corrida de rua; c) ausência de lesões articulares ou musculares que impedissem a realização dos testes; d) participação regular em treinamentos na época da coleta de dados; e) ausência de histórico de câncer de pele na família e tatuagens nos locais de aplicação do laser; e f) não utilização de medicamentos ou suplementos nutricionais 48 horas antes dos testes.

2.3 DESENHO EXPERIMENTAL

A *Figura 1* mostra o desenho experimental do estudo. Na semana 1 os participantes realizaram a familiarização com o teste progressivo em esteira, minimizando o viés da aprendizagem do teste e das escalas subjetivas de recuperação e dor. Foram feitas orientações para que os participantes mantivessem suas rotinas de treinos, no entanto, não realizassem exercícios físicos 48 horas antes dos primeiros dias de testes, e mantivessem a ingestão de alimentos habituais. No dia seguinte, 24 horas após a familiarização, os participantes realizaram o protocolo de teste.

Nas semanas 2 e 3, foram feitas as intervenções (LAtivo e LSham), com um período de sete dias entre cada condição, de forma aleatória. No primeiro dia, após 10 minutos de repouso, os participantes responderam as escalas subjetivas de recuperação e dor, e uma amostra de sangue foi recolhida por uma profissional devidamente treinada e certificada. Em seguida, os participantes realizaram o protocolo de teste, no qual foi avaliada a frequência cardíaca (FC) durante todo o teste (*Polar Team System*) e a escala subjetiva de esforço ao final de cada estágio. Após a interrupção do teste, foram realizados cinco minutos de recuperação ativa, que consistiu em uma caminhada a 6 km.h^{-1} e cinco minutos de recuperação passiva, na qual os participantes permaneceram sentados. A amostra de sangue pós-teste foi recolhida após os cinco minutos da recuperação passiva.

No dia seguinte, 24 horas após a primeira sessão de teste, os voluntários retornaram ao laboratório para a segunda sessão de teste. Os participantes repetiram a mesma sequência, sendo a coleta de sangue realizada somente em repouso (pré-teste). No terceiro dia consecutivo de visita ao laboratório, 48 horas após a primeira sessão, os participantes somente responderam as escalas subjetivas de recuperação e dor e mais uma coleta de sangue foi realizada.

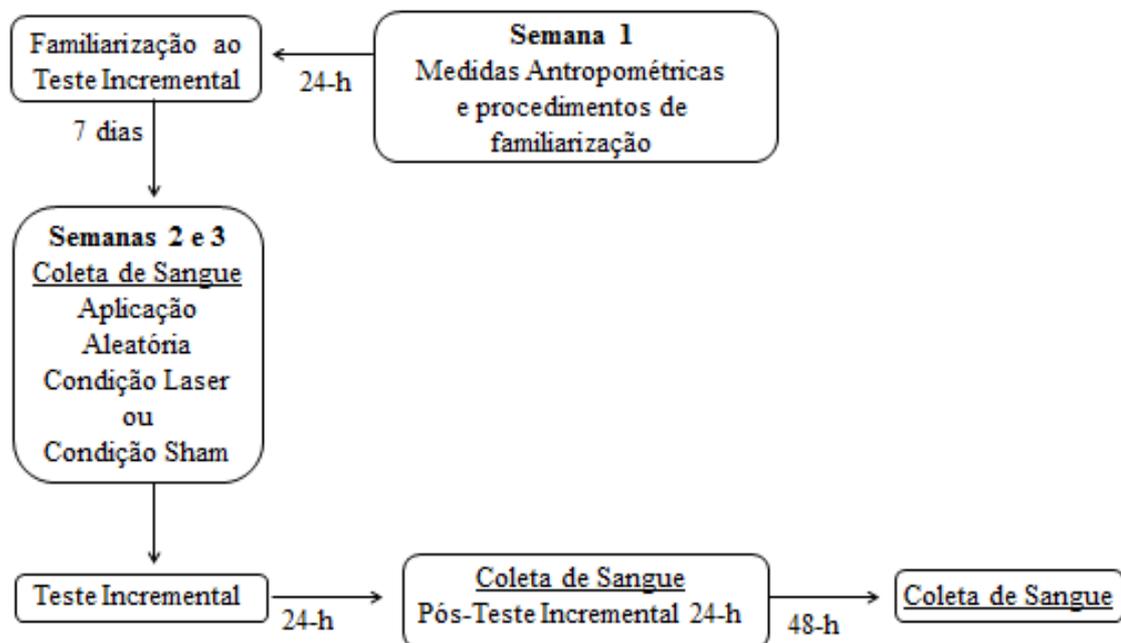


Figura 1. Desenho experimental.

2.4 FAMILIARIZAÇÃO

A familiarização consistiu na realização do teste progressivo em esteira (*Inbramed Super ATL*), com inclinação fixa de um por cento. A velocidade inicial foi de $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ durante três minutos, com acréscimo de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada dois minutos, até a exaustão. Ao final do teste os participantes realizam 10 minutos de recuperação, sendo cinco minutos de caminhada a uma velocidade de $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, e cinco minutos em que os participantes permaneceram sentados.

2.5 PROTOCOLO DE TESTE

Antes da realização do protocolo de teste, os participantes permaneceram sentados por 10 minutos. Após esse período, protocolo de teste foi iniciado com a execução das seis últimas velocidades da familiarização de cada participante, sendo a última velocidade (V6) e, em ordem decrescente, a primeira velocidade (V1). Assim, o protocolo de teste consistiu na realização de três minutos de aquecimento a $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, progredindo para a primeira velocidade (V1) individual, com acréscimo de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada dois minutos, até a exaustão. O protocolo de teste poderia ser finalizado a qualquer momento, se os participantes quisessem.

2.6 RANDOMIZAÇÃO E PROCEDIMENTOS DE CEGAMENTO.

A randomização foi realizada por um sorteio simples, o qual determinou a sequência em que os voluntários participaram nas condições Laserterapia Ativo (LAtivo) ou Laserterapia Sham (LSham). O pesquisador responsável pela aplicação da laserterapia fez a distribuição dos voluntários para as condições LAtivo ou LSham e calibração (Ativo ou Sham) do dispositivo para aplicação da laserterapia. Essa mesma pessoa foi instruída a não comunicar o tipo de tratamento nem para os participantes, nem para a pessoa que aplicou o teste progressivo em esteira. O cegamento foi realizado tendo uma pessoa responsável pela calibração do dispositivo e aplicação da laserterapia, e outra pessoa responsável pela aplicação do teste. Além disso, os participantes tiveram os olhos vendados e utilizaram um abafador de som, para evitar a audição do som do dispositivo durante o procedimento.

2.7 APLICAÇÃO DA LASERTERAPIA E SHAM

A aplicação da laserterapia foi realizada imediatamente antes do protocolo de teste em contato direto com a pele e usando o dispositivo THOR-LX2 (Thor Photomedicine Ltd, London, UK) em cinco pontos de cada membro inferior (dois pontos no quadríceps femoral -

um medialmente e um lateralmente; dois pontos nos isquiotibiais - um medialmente e um lateralmente, e um ponto no gastrocnêmio – centralmente). Na condição Sham, também realizou-se os procedimentos de aplicação, sem a irradiação de luz (Machado, Peserico, Mezzaroba, Manoel, & Da Silva, 2017; Zagatto et al., 2016). As características e o modo de aplicação são apresentados na *Tabela 1*.

Tabela 1. Parâmetros para aplicação da laserterapia.

Número de diodos	104 (56 diodos de 660nm e 48 diodos de 850nm)
Comprimento de onda	Misto, de 660 e 850nm
Frequência	Frequência contínua
Saída Óptica	10 mW (660nm) e 30 mW (850nm)
Densidade Potência	50 mW/cm ² (660nm) e 150 mW/cm ² (850nm)
Densidade de Energia	1.5J/cm ² para cada LED vermelho e 4.5J/ cm ² para cada LED infravermelho
Energia	40 J cada ponto (0.2 J para cada LED vermelho e 0.6 J para cada LED infravermelho)
Tempo de tratamento	20s em cada ponto (100s tempo total em cada perna)
Número de locais de irradiação por membro	5
Número de pontos de irradiação por membro	520
Total de energia liberada por membro	200J
Modo de aplicação	Dispositivo estacionário em contato e com um ângulo de 90° com a pele, com uma leve pressão

2.8 AMOSTRAS DE SANGUE E AVALIAÇÕES BIOQUÍMICAS

As coletas de sangue foram realizadas por uma profissional devidamente paramentada, antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após o protocolo de teste, em tubos contendo EDTA. As amostras sanguíneas (quatro ml) foram prontamente centrifugadas a 3500 g por 10 minutos a quatro °C para separação dos eritrócitos e plasma e congeladas a -20°C.

2.9 DETERMINAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS REATIVAS AO ÁCIDO TIOBARBITÚRICO (TBARS).

A peroxidação lipídica sérica foi determinada pela concentração de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) de acordo com Buege & Aust (1978). A análise foi realizada a partir de 250 µL de soro adicionando 500 µl de reagente TCA-TBA-HCl com subsequente aquecimento durante 15 minutos em água fervente (100°C). Após centrifugação a 3000rpm durante 10 minutos, a 4°C, a absorvância do sobrenadante foi lida a 535nm. A concentração de TBARS foi calculada a partir da curva de calibração de malondialdeído (MDA) obtida por método idêntico ao aplicado nas amostras.

2.10 DETERMINAÇÃO DE TIÓIS TOTAIS.

A concentração tióis totais no soro foi determinada por método colorimétrico, conforme proposto por Sedlak & Lindsay (1968). O método consiste na reação dos grupos sulfidrilas (SH) com 5,5'dhytiobis (ácido 2- nitrobenzóico) (DTNB), com subsequente leitura espectrofotométrica em comprimento de onda 412 nm. A concentração de tióis foi calculada usando a absorbtividade molar $13100\text{M}^{-1}\text{cm}^{-1}$.

2.11 DETERMINAÇÃO DA ENZIMA CATALASE (CAT).

A atividade da enzima catalase foi avaliada pela conversão de H_2O_2 em O_2 e H_2O , conforme proposto por Aebi (1984). Os eritrócitos foram hemolizados em água (4:1). Após diluição do hemolisado em tampão fosfato 50mM pH 7,0 (1:500). Em seguida, adicionou-se a 2,0 mL da solução de hematócrito, 1,0 ml de H_2O_2 22,5 mM preparado em tampão fosfato pH 7,0. As alterações na absorvância foram acompanhadas por espectrofotometris durante 15 segundos em comprimento de onda de 240m. A taxa de atividade enzimática está expressa em relação a quantidade de hemoglobina.

2.12 DETERMINAÇÃO DA ENZIMA SUPERÓXIDO DISMUTASE (SOD).

A atividade da SOD nos eritrócitos foi avaliada utilizando o método de inibição da autooxidação de pirogalol, previamente descrito por Marklund & Marklund (1974). Foi adicionado a 1,96 mL de tampão Tris-Cl 50 mM/EDTA 1 mM pH 8,2, 50 μ L de sobrenadante e 40 μ L de ácido pirogálico 24mM preparado em HCl 10 mM e foi adicionado. O aumento da absorvância foi monitorado durante 1 minuto em espectrofotômetro em comprimento de onda de 420 nm. Uma unidade (U) de atividade de SOD foi definida como a quantidade de enzima necessária para inibir a autooxidação do pirogalol em 50%. Os valores de atividade da enzima estão expressos em relação a concentração de hemoglobina .

3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi testada usando o Shapiro-Wilk Teste. Os dados de TBARS, Tióis totais, Catalase (CAT) e Superóxido Dismutase (SOD) foram expressos como média e desvio padrão. As diferenças nos deltas dos momentos nas variáveis foram testadas estatisticamente usando o Teste ANOVA Two Way. As diferenças dos deltas foram determinadas entre e dentro das condições. O nível de significância foi estabelecido em

$p < 0,05$, em um teste bilateral. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SPSS. O tamanho do efeito (ES) foi usado para estimar a magnitude da diferença. Como proposto por Cohen (1988) a diferença foi considerada pequena quando $ES \leq 0,2$, moderado quando $ES \leq 0,5$ e grande quando $ES > 0,8$. Se um tamanho de efeito moderado ou grande foi notado ($>0,5$) em relação a uma diferença não significativa observada pelo valor de P , a probabilidade de um erro tipo II foi considerada.

4 RESULTADOS

4.1 EFEITOS DA LASERTERAPIA NO ESTRESSE OXIDATIVO.

4.1.1 Concentração das Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico (TBARS)

Não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia na concentração de TBARS nos deltas entre as condições nem entre os momentos dentro das condições Sham e Laser (Tabela 2). Na Figura 2 são apresentadas as médias das concentrações de TBARS em cada momento nas condições Sham e Laser.

Tabela 2. Comparação dos deltas da concentração de TBARS (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		Pré x Pós	Pós x 24 hrs	24 hrs x 48 hrs
TBARS (mmol/L)	Sham	$\Delta 1 = 0,03 \pm 0,08$	$\Delta 2 = 0,06 \pm 0,08$	$\Delta 3 = 0,02 \pm 0,15$
	Laser	$\Delta 1 = 0,03 \pm 0,04$	$\Delta 2 = -0,03 \pm 0,20$	$\Delta 3 = 0,04 \pm 0,13$
	P	0,845	0,325	0,838
	ES	0	0,2	-0,2

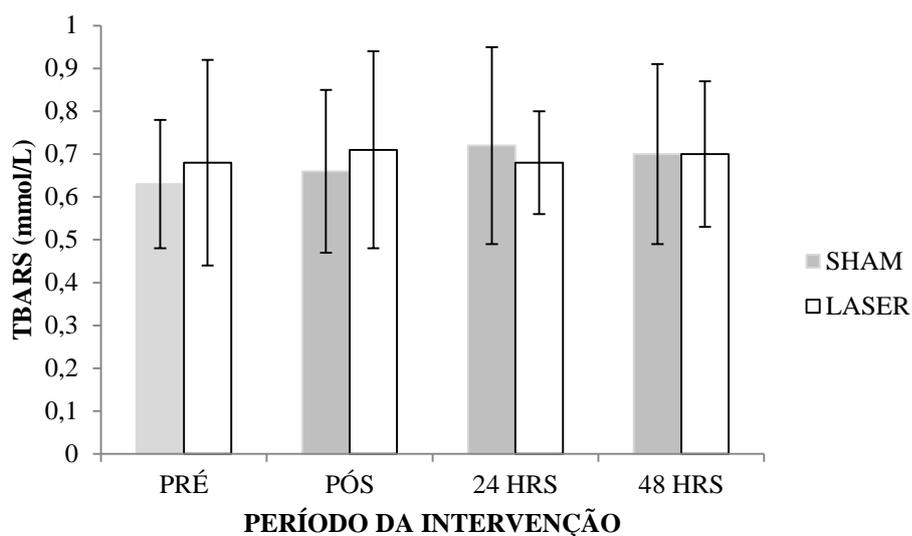


Figura 2. Comparação das médias da concentração de TBARS (mmol/L) entre as condições Laser e Sham.

4.2 EFEITOS DA LASERTERAPIA NOS ANTIOXIDANTES.

4.2.1 Concentração de Tióis Totais (mmol/L).

Não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia na concentração de Tióis Totais nos deltas entre as condições nem entre os momentos dentro das condições Sham e Laser (*Tabela 3*). Na *Figura 3* são apresentadas as médias das concentrações de Tióis Totais em cada momento nas condições Sham e Laser.

Tabela 3. Comparação dos deltas da concentração de Tióis Totais (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		Pré x Pós	Pós x 24 hrs	24 hrs x 48 hrs
Tióis Totais (mmol/L)	Sham	$\Delta 1 = 77,52 \pm 71,61$	$\Delta 2 = 116,35 \pm 149,99$	$\Delta 3 = -56,86 \pm 169,20$
	Laser	$\Delta 1 = 47,29 \pm 180,10$	$\Delta 2 = 62,41 \pm 125,66$	$\Delta 3 = -6,53 \pm 113,25$
	P	0,570	0,627	0,589
	ES	0,22	0,39	0,44

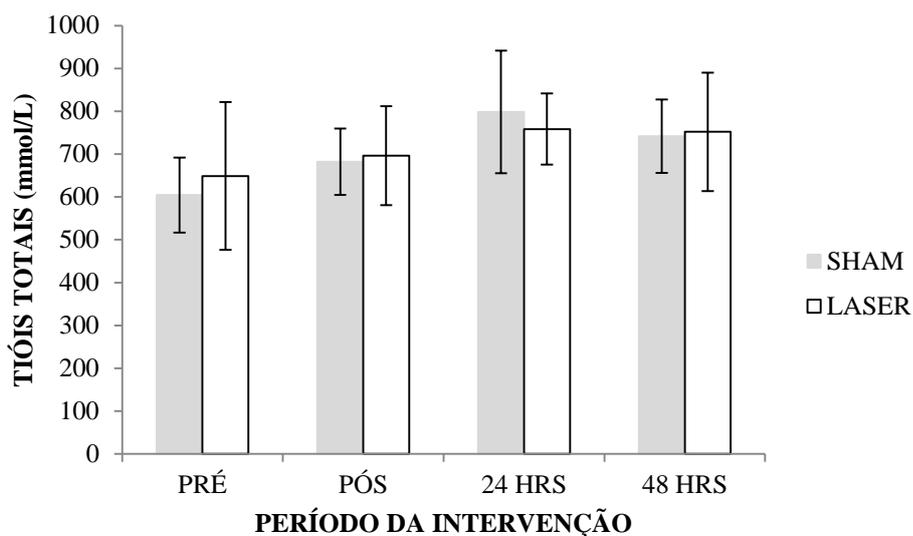


Figura 3. Comparação das médias da concentração de Tióis Totais (mmol/L) entre as condições Laser e Sham.

4.2.2 Atividade das Enzimas CAT e SOD.

Não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia na atividade da CAT nos deltas dos momentos entre as condições Sham e Laser (*Tabela 4*). Na *Figura 4* são apresentadas as médias das concentrações de Tióis Totais em cada momento nas condições Sham e Laser.

Tabela 4. Comparação dos deltas da atividade da CAT (mmol/L) entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		Pré x Pós	Pós x 24 hrs	24 hrs x 48 hrs
aCAT (K/gHb)	Sham	$\Delta 1 = 32,97 \pm 29,73$	$\Delta 2 = 18,43 \pm 46,71$	$\Delta 3 = 14,60 \pm 30,62$
	Laser	$\Delta 1 = 39,04 \pm 28,90$	$\Delta 2 = 5,97 \pm 64,34$	$\Delta 3 = 0,26 \pm 81,80$
	<i>P</i>	0,633	0,574	0,474
	<i>ES</i>	-0,22	0,22	0,23

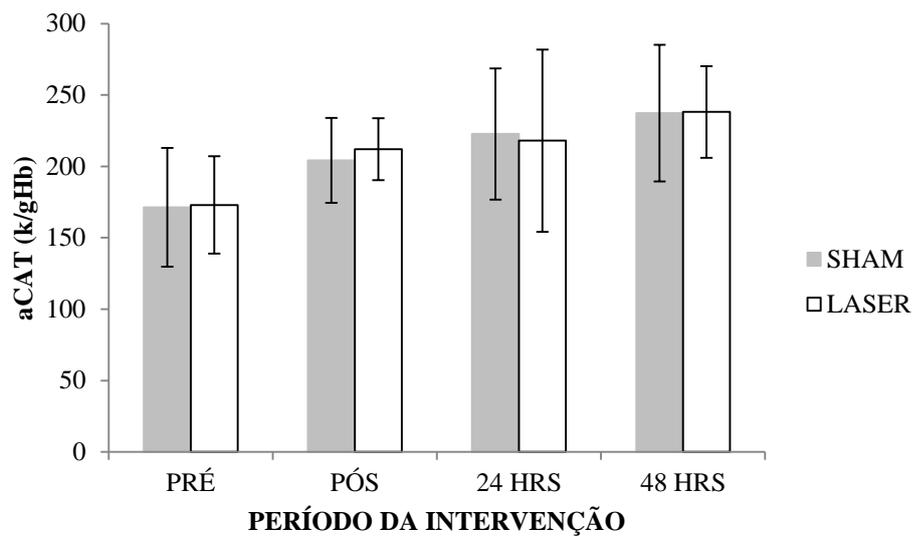


Figura 4. Comparação das médias da atividade da CAT (K/gHb) entre as condições Sham e Laser.

Em relação à atividade da enzima SOD, também não houve efeito significativo da aplicação da laserterapia nos deltas entre as condições. No entanto, houve diferença entre a atividade da SOD entre os deltas dos momentos Pré x Pós e 24 x 48 horas ($P = 0,004$) na condição Sham. Já entre os deltas dos momentos na condição Laser, não houve efeito significativo (*Tabela 5*). Na *Figura 5* são apresentadas as médias das concentrações de SOD em cada momento nas condições Sham e Laser.

Tabela 5. Comparação dos deltas da atividade da SOD (U/gHb) entre os momentos nas condições Sham e Laser.

		Pré x Pós	Pós x 24 hrs	24 hrs x 48 hrs
SOD (U/gHb)	Sham	$\Delta 1 = -108,49 \pm 145,74$	$\Delta 2 = 12,72 \pm 128,80$	$\Delta 3 = 111,10 \pm 184,92$
	Laser	$\Delta 1 = -17,85 \pm 185,65$	$\Delta 2 = -68,14 \pm 198,60$	$\Delta 3 = 117,01 \pm 265,73$
	P	0,227	0,443	0,834
	ES	-0,75	-0,33	-0,02

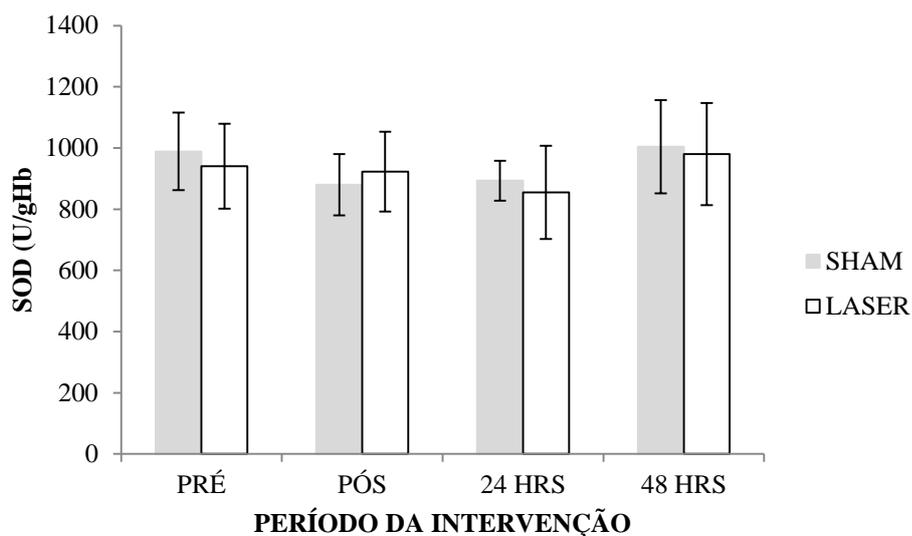


Figura 5. Comparação das médias atividade da SOD (U/gHb) entre as condições Sham e Laser.

5 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a laserterapia não tem efeito nos marcadores de peroxidação lipídica (TBARS) e antioxidantes Tióis totais, CAT e SOD, ao longo de um período de 48 horas, após realização de um teste progressivo em esteira.

Tendo em vista a produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos, estudos prévios focaram no desenvolvimento de nutrientes dietéticos para defesa antioxidante (Brisswalter, & Louis, 2014; Peternelj, & Coombes, 2011; Bloomer, Goldfarb, & Mckenzie, 2006), para limitar os níveis intracelulares e impedir a indução de danos (Shi et al., 2007). De acordo com estudos, a laserterapia reduz os marcadores de estresse oxidativo e aumenta os níveis dos antioxidantes em diversas circunstâncias clínicas e experimentais (De Oliveira et al., 2017; Guaraldo et al., 2016; De Marchi et al., 2012). O mecanismo de ação da laserterapia nos esportes e exercício é o aumento na citocromo c-oxidase no músculo, que levam a uma regulação na atividade mitocondrial com aumentos na produção de ATP e diminuição no estresse oxidativo e produção de espécies reativas de oxigênio (Albuquerque-Pontes et al., 2015; Chung et al., 2011).

A prática de exercícios físicos predominantemente aeróbios provoca aumento do fluxo de oxigênio na mitocôndria, sendo que aproximadamente 2 a 5% deste oxigênio não são completamente reduzidos, formando, assim, espécies reativas de oxigênio (Vollard, Shearman, & Cooper, 2005). Estudos apontam que períodos de sobrecarga de treinamento intenso elevam o risco de danos oxidativos a importantes estruturas celulares, por meio da peroxidação lipídica (Machefer et al., 2004; Mastaloudis, Morrow, Hopkins, Devaraj, & Traber, 2004). Nikolaidis et al. (2006) verificaram aumento na concentração plasmática de malondialdeído (MDA) ao submeterem homens fisicamente ativos a protocolos de exercício exaustivo em esteira rolante. Adicionalmente, Machefer et al. (2007) observaram aumento na concentração plasmática de MDA, por até 72 horas após o exercício, ao submeterem atletas à corrida de longa duração.

Os resultados do presente estudo não demonstraram diferenças significativas nos marcadores de TBARS entre as condições Sham e Laser. No entanto, foi verificado que na condição Laser houve uma diminuição dos aumentos nos valores do TBARS, mostrado pelo momento Pós x 24 horas após o teste. Esses resultados corroboram os resultados do estudo de De Marchi et al. (2012), que encontraram diminuição do aumento nos valores de TBARS pós-teste, após a aplicação da laserterapia.

No que diz respeito às respostas das enzimas antioxidantes ao exercício, pelo fato das sessões intensas de exercício físico aumentarem a produção de radicais livres, espera-se um aumento na atividade das enzimas antioxidantes no sangue ou em tecidos em resposta ao exercício físico aeróbio (Finaud, Lac, & Filaire, 2006; Cazzola, Russo-Volpe, Cervato, & Cestaro, 2003; Chang, Tseng, Hsuuw, Chan, Shieh, 2002). Tendo em vista os aumentos nas atividades das enzimas antioxidantes em resposta aos aumentos na produção de radicais livres, é possível observar que os maiores aumentos no sistema de defesa antioxidante, tióis totais e CAT na condição Sham, foram acompanhados, também, pelos aumentos nos valores

de TBARS após o teste incremental progressivo em esteira até o período de 48 horas pós teste, na condição Sham comparado com a condição Laser.

Pode-se observar, também, no que diz respeito à atividade antioxidante no combate ao estresse oxidativo, é que os aumentos nos valores da enzima CAT e de tióis totais acompanham os aumentos nos valores de TBARS, na condição Laser e Sham. No entanto, o que chama a atenção para o possível papel protetor da laserterapia, é o fato de ter ocorrido uma diminuição dos aumentos do TBARS na condição Laser em comparação à condição Sham, mostrado pelo momento Pós x 24 horas.

Embora os efeitos da laserterapia sejam ainda controversos, nossos resultados indicam haver um possível papel protetor da laserterapia ao estresse oxidativo induzido pelo exercício, quando aplicada antes do teste incremental progressivo em esteira. Assim, tal estratégia poderia ser utilizada antes de provas de média e longa duração, para diminuir o estresse oxidativo induzido pelo exercício, levando a um atraso no desenvolvimento da fadiga muscular, e contribuindo para diminuir o tempo de recuperação pós exercício. No entanto, futuros estudos são necessários para o melhor entendimento da ação da laserterapia na melhora do estado de estresse oxidativo, bem como para a determinação dos melhores parâmetros de aplicação.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, conclui-se que a laserterapia não teve efeito no estresse oxidativo induzido pelo exercício. No entanto, sugere-se que a laserterapia seja uma importante estratégia diminuindo os aumentos da peroxidação lipídica, contribuindo, assim, para o atraso no aparecimento da fadiga muscular durante o exercício, quando aplicada antes da prática de exercício aeróbio de alta intensidade. Futuros estudos devem ser

conduzidos para comparação de diferentes parâmetros de aplicação, identificando, assim, quais os são os ideais para diminuição do estresse oxidativo induzido pelo exercício.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais achados dos estudos foram que a aplicação da laserterapia imediatamente antes de um teste aeróbio máximo não melhorou o tempo de corrida e a distância percorrida. Também não encontramos melhora no nível de CK, peroxidação lipídica e atividade de antioxidantes no período de 48 horas após o teste.

Dentre as limitações dos nossos estudos, é possível destacar o tamanho amostral, que foi influenciado pelo grande número de coletas de sangue durante a pesquisa, levando a uma desistência na participação do mesmo. Outras limitações foram a ausência de coleta sangue no pós-teste do segundo dia e, também, não ter coletado amostras subsequentes ao período de 48h. Isso possibilitaria a verificação mais detalhada do comportamento da CK, TBARS, Tióis Totais, CAT e SOD. Por fim, o aparelho utilizado não possibilitou a mudança dos parâmetros de comprimento de onda e potência do dispositivo do laser, uma vez que esses parâmetros eram definidos pelo mesmo.

Futuros estudos são necessários para a identificação dos parâmetros ótimos de aplicação da laserterapia para a melhora do desempenho, recuperação e estresse oxidativo. Assim, sugerimos a utilização de diferentes parâmetros de aplicação e, também, a utilização de protocolos de desempenho que levem em consideração as adaptações periféricas que são sugeridas com a aplicação da laserterapia.

4 REFERÊNCIAS

4.1 REFERÊNCIAS INTRODUÇÃO

AGRAWAL, T.; et al. Pre-conditioning with low-level laser (light) therapy: light before the storm. **Dose Response**, v. 12, n. 4, p. 619-49, 2014.

ALVES, A.N.; et al. Effects of Low-Level Laser Therapy on Skeletal Muscle Repair: A Systematic Review. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 93, n.12, p. 1073-85, 2014.

BAXTER, G.D., BELL, A.J., ALLEN, J.M., RAVEY, J. Low level laser therapy: current clinical practice in Northern Ireland. **Physiotherapy**, v. 77, n. 3, p. 171-8, 1991.

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**, v. 48, n. 1, p. 57-67, 2013.

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**, v. 27, n. 1, p.231-236, 2012.

DE OLIVEIRA, A.R.; et al. Pre-Exercise Infrared Photobiomodulation Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans: What Is the Optimal Power Output?. **Photomedicine And Laser Surgery**, v. 35, n. 11, p. 595-603, 2017.

DOS REIS, F.A.; et al. Effects of Pre- or Post-Exercise Low-Level Laser Therapy (830 nm) on Skeletal Muscle Fatigue and Biochemical Markers of Recovery in Humans: Double-Blind Placebo-Controlled Trial. **Photomedicine And Laser Surgery**, v. 32, n. 2, p.106-112, 2014.

DOS SANTOS, S.A.; et al. Effects of Photobiomodulation Therapy on Oxidative Stress in Muscle Injury Animal Models: A Systematic Review. **Oxidative Medicine And Cellular Longevity**, v. 2017, p.1-8, 2017.

DUPUY, O.; et al. Na evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to recude markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: na systematic review with meta-analysis. **Frontiers in Physiology**, v. 26, n. 9, p. 403.

FERRARESI, C.; HUANG, Y. Y.; HAMBLIN, M. R.. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance?. **Journal Of Biophotonics**, v. 9, n. 11-12, p.1273-1299, 22 nov. 2016.

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**, v. 31, n. 5, p. 354-361, 2015 [A].

FERRARESI, C.; et al. Time response of increase in ATP and muscle resistance to fatigue after low-level laser (light) therapy (LLLT) in mice. **Lasers in Medical Science**, v. 30, n. 4, p. 1259-67, 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 & Lasers in Medicine**, v. 1, n. 4, p. 267-286, 2012.

HUANG, Y.Y.; et al. Biphasic dose response in low level light therapy. **Dose Response**, v. 7, n. 4, p. 358-83, 2009.

KILDUFF, L.P.; et al. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 6, p. 677-681, 2013.

LAP, V.C.; DUET, T.C.; CUONG, D.K. Low-level laser therapy: the experience in Vietnam. **Laser Therapy**, v. 6, n. 1, p. 62, 1994

LEAL JUNIOR, E. C. P.; et al. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. **Lasers in Medical Science**, n. 30, p. 925-939, 2015.

LEAL JUNIOR, E.C.P.; et al. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. **Lasers in Medical Science**, v. 24, n. 6, p. 857–863, 2009.

MACHADO, F.A.; et al. Light-emitting diodes (LED) therapy applied between two running time trials has a moderate effect on attenuating delayed onset muscle soreness but does not change recovery markers and running performance. **Science & Sports**, v. 32, n. 5, p. 286-294, 2017.

MANTINEO, M.; PINHEIRO, J.P.; MORGADO, A.M. Low-level laser therapy on skeletal muscle inflammation: evaluation of irradiation parameters. **Journal of Biomedical Optical**, v. 19, n. 9, 098002, 2014.

McKIBBIN, L.S., DOWNIE, R. LLLT in Canada. **Laser Therapy**, v. 3, n. 1, p. 45-47, 1991.

MESTER, E.; LUDANI, G.; SELYEI, M.; SZENDE, B.; TOTAL, G.J. The stimulating effect of low power laser rays on biological systems. **Laser Rev.**, v. 1, p. 3-8, 1968.

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

MOSKVIN, S.V. Low-Level Laser Therapy in Russia: History, Science and Practice. **Journal of Lasers in Medical Sciences**, v. 8, n. 2, p. 56-65, 2017.

NAMPO, F.K.; et al. Low-level phototherapy to improve exercise capacity and muscle performance: a systematic review and meta-analysis. **Lasers In Medical Science**, v. 31, n. 9, p. 1957-1970, 2016.

OHSHIRO, T. Light and life: a review of low reactive-level laser therapy, following 13 year's experience in over 12000 patients. **Laser Therapy**, v. 5, n. 1, p. 5-22, 1993.

ROUNDS, D.E.; CHAMBERLAIN, E.C.; OKIGAKI, I. Laser radiation of tissue cultures. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 28, n. 122, p. 713-27, 1965.

ROUNDS, D.E.; OLSON, R.S.; JOHNSON, F.M. The laser as a potential tool for cell research. **The Journal of Cell Biology**, v. 27, n. 1, p. 191-197. 1965.

VIEIRA, W.H.; et al. Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of Young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 27, n. 2, p. 497-504, 2012.

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**, v. 31, n. 3, p.511-521, 2016.

ZHOU, Y.C. LLLT in the people's republic of China. **Laser Therapy**, v. 3, n. 1, p. 5-9, 1991.

ZOIS, J.; BISHOP, D.; AUGHEY, R. High-intensity warm-ups: effects during subsequent intermitente exercise. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 4, p. 498-503, 2015.

4.2 REFERÊNCIAS ARTIGO 1

Agrawal, T., Gupta, G. K., Rai, V., Carroll, J. D., & Hamblin, M. R. (2014). Pre-conditioning with low-level laser (light) therapy: light before the storm. *Dose Response*, 12(4), 619-649.

Antoniali, F. C., De Marchi, T., Tomazoni, S. S., Vanin, A. A., Dos Santos Grandinetti, V., De Paiva, P. R., ... Leal Junior, E. C. (2014) Phototherapy in skeletal muscle performance and recovery after exercise: effect of combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes. *Lasers In Medical Science*, 29(6), 1967-1976.

Borsa, P. A., Larkin, K. A., & True, J. M. (2013). Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 57-67.

Bijur, P. E., Silver, W., & Gallagher, E. J. (2001). Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine*, 8(12), 1153-1157.

Dellagrana, R. A., Rossato, M., Sakugawa, R. L., Lazzari, C. D., Baroni, B. M., & Diefenthaler, F. (2018). Dose-response effect of photobiomodulation therapy on neuromuscular economy during submaximal running. *Lasers In Medical Science*, 33(2), 329-336.

De Marchi, T., Leal Junior, E. C., Bortoli, C., Tomazoni, S. S., Lopes-Martins, R. A., & Salvador, M. (2012). Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running:

effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers In Medical Science*, 27(1), 231-236.

De Oliveira, A. R., Vanin, A. A., Tomazoni, S. S., Miranda, E. F., Albuquerque-Pontes, G. M., De Marchi, T., ... Leal Junior, E. C. P. (2017). Pre-Exercise Infrared Photobiomodulation Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans: What Is the Optimal Power Output? *Photomedicine And Laser Surgery*, 35(11), 595-603.

De Paiva, P. R., Tomazoni, S. S., Johnson, D. S., Vanin, A. A., Albuquerque-Pontes, G. M., Machado, C. D., ... Leal Junior, E. C. (2016). Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers In Medical Science*, 31(9), 1925-1933.

Dos Reis, F. A., Da Silva, B. A., Laraja, E. M., De Melo, R. M., Silva, P. H., Leal Junior, E. C., & de Carvalho, P de T. (2014). Effects of Pre- or Post-Exercise Low-Level Laser Therapy (830 nm) on Skeletal Muscle Fatigue and Biochemical Markers of Recovery in Humans: Double-Blind Placebo-Controlled Trial. *Photomedicine And Laser Surgery*, 32(2), 106-112.

Ferraresi, C., Huang, Y. Y., & Hamblin, M. R. (2016). Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance? *Journal Of Biophotonics*, 9(11-12), 1273-1299.

Ferraresi, C., De Sousa, M. V., Huang, Y. Y., Bagnato, V. S., Parizotto, N. A., & Hamblin, M. R. (2015a). Time response of increase in ATP and muscle resistance to fatigue after low-level laser (light) therapy (LLLT) in mice. *Lasers in Medical Science*, 30(4), 1259-1267.

Ferraresi, C., Beltrame, T., Fabrizzi, F., Do Nascimento, E. S., Karsten, M., Francisco, C. de O., ... Parizotto, N. A. (2015b). 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*, 31(5), 354-361.

Ferraresi, C., Hamblin, M. R., & Parizotto, N. A. (2012). Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics & Lasers in Medicine*, 1(4), 267-286.

Jensen, M. P., Karoly, P., & Braver, S. (1986) The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain*, 27(1), 117-126, 1986.

Karu, T. (1999). Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. *Journal Of Photochemistry And Photobiology B*, 49(1), 1-17.

Kilduff, L. P., Finn, C. V., Baker, J. S., Cook, C. J., & West, D. J. (2013). Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(6), 677-81.

Larkin, K. A., Martin, J. S., Zeanah, E. H., True, J. M., Braith, R. W., & Borsa, P. A. (2012). Limb blood flow after class 4 laser therapy. *Journal of Athletic Training*, 47(2), 178-83.

Laurent, C. M., Green, J. M., Bishop, P. A., Sjøkvist, J., Schumacker, R. E., Richardson, M. T., & Curtner-Smith, M. (2011). A Practical Approach to Monitoring Recovery: Development of a Perceived Recovery Status Scale. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 25(3), 620-628.

Leal Junior, E. C., Lopes-Martins, R. A., Frigo, L., De Marchi, T., Rossi, R. P., De Godoi, V., ... Bjordal, J. M. (2010). Effects of Low-Level Laser Therapy (LLLT) in the Development of Exercise-Induced Skeletal Muscle Fatigue and Changes in Biochemical Markers Related to Postexercise Recovery. *Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(8), 524-532.

Leal Junior, E. C., Lopes-Martins, R. A., Baroni, B. M., De Marchi, T., Rossi, R. P., Grosselli, D., ... Bjordal, J. M. (2009). Comparison Between Single-Diode Low-Level Laser Therapy (LLLT) and LED Multi-Diode (Cluster) Therapy (LEDT) Applications Before High-Intensity Exercise. *Photomedicine And Laser Surgery*, 27(4), 617-623.

Machado, F. A., Peserico, C. S., Mezzaroba, P. V., Manoel, F. A., & Da Silva, D. F. (2017). Light-emitting diodes (LED) therapy applied between two running time trials has a moderate effect on attenuating delayed onset muscle soreness but does not change recovery markers and running performance. *Science & Sports*, 32(5), 286-294.

Mak, M. C., & Cheing, G. L. (2012). Immediate effects of monochromologicinfrared energy on microcirculation in healthy subjects. *Photomedicine Laser Surgery*, 30,193-9.

Malta, E. de S., De Poi, R. A., Brisola, G. M., Milioni, F., Miyagi, W. E., Machado, F. A., & Zagatto, A. M. (2016). 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. *Lasers In Medical Science*, 31(7), 1473-1480.

Nampo, F. K., Cavalheri, V., Dos Santos Soares, F., De Paula Ramos, S., & Camargo, E. A. (2016). Low-level phototherapy to improve exercise capacity and muscle performance: a systematic review and meta-analysis. *Lasers In Medical Science*, 31(9), 1957-1970.

Siegel, S. (1975). *Estatística não-paramétrica, para as ciências do comportamento*. Trad. Alfredo Alves de Farias. Ed. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 350 p.

Vieira, W. H., Ferraresi, C., Perez, S. E., Baldissera, V., & Parizotto, N. A. (2012). Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of Young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. *Lasers in Medical Science*, 27(2), 497-504.

Zagatto, A. M., De Paula Ramos, S., Nakamura, F. Y., De Lira, F. S., Lopes-Martins, R. Á., & De Paiva Carvalho, R. L. (2016). 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*, 31(3), 511-521.

4.3 REFERÊNCIAS ARTIGO 2

Aebi, H. (1984). Catalase in vitro. *Methods in Enzymology*, 105, 121-126.

Albuquerque-Pontes, G. M., Vieira, R. P., Tomazoni, S. S., Caires, C. O., Nemeth, V., Vanin, A. A., ... Leal Junior, E. C. (2015). Effect of pre-irradiation with different doses, wavelengths, and application intervals of low-level laser therapy on cytochrome c oxidase activity in intact skeletal muscle of rats. *Lasers in Medical Science*, 30(1), 59-66.

Alves, A. N., Fernandes, K. P., Deana, A. M., Bussadori, S. K., & Mesquita-Ferrari, R. A. (2014). Effects of Low-Level Laser Therapy on Skeletal Muscle Repair: A Systematic Review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 93(12), 1073-85.

Bloomer, R. J., Goldfarb, A. H., & McKenzie, M. J. (2006). Oxidative Stress Response to Aerobic Exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(6), 1098-1105.

Borsa, P. A., Larkin, K. A., & True, J. M. (2013). Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 57-67.

Bouزيد, M. A., Hammouda, O., Matran, R., Robin, S., & Fabre, C. (2014). Changes in oxidative stress markers and biological markers of muscle injury with aging at rest and in response to an exhaustive exercise. *PLoS One*, 9(3), e90420.

Brisswalter, J., & Louis, J. (2014). Vitamin supplementation benefits in master athletes. *Sports Medicine*, 44(3), 311-318.

Buege, J., & Aust, S. D. (1978). Microsomal lipid peroxidation. *Methods in Enzymology*, 52, 302-310.

Cazzola, R., Russo-Volpe, S., Cervato, G., & Cestaro, B. (2003). Biochemical assessments of oxidative stress, erythrocyte membrane fluidity and antioxidant status in professional soccer players and sedentary controls. *European Journal of Clinical Investigation*, 33(10), 924-930.

Chang, C. K., Tseng, H. F., Hsuuw, Y. D., Chan, W. H., Shieh, L. C. (2002) Higher LDL Oxidation at Rest and after a Rugby Game in Weekend Warriors. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 46(3-4), 103-107.

Chung, H., Dai, T., Sharma, S. K., Huang, Y. Y., Carroll, J. D., & Hamblin M. R. (2011). The Nuts and Bolts of Low-level Laser (Light) Therapy. *Annals of Biomedical Engineering*, 40(2), 516-533.

de Marchi, T., Leal Junior, E. C., Bortoli, C., Tomazoni, S. S., Lopes-Martins, R. A., & Salvador, M. (2012). Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers in Medical Science*, 27(1), 231-236.

de Oliveira, A. R., Vanin, A. A., Tomazoni, S. S., Miranda, E. F., Albuquerque-Pontes, G. M., De Marchi, T., ... Leal Junior, E. C. P. (2017). Pre-Exercise Infrared Photobiomodulation

Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans: What Is the Optimal Power Output? *Photomedicine And Laser Surgery*, 35(11), 595-603.

dos Santos, A. S., Serra, A. J., Stancker, T. G., Simões, M. C. B., Dos Santos Vieira, M. A., Leal-Junior, E. C., ... de Carvalho, P. T. C. (2017). Effects of Photobiomodulation Therapy on Oxidative Stress in Muscle Injury Animal Models: A Systematic Review. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 5273403.

Ferraresi, C., Hamblin, M. R., & Parizotto, N. A. (2012) Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics & Lasers in Medicine*, 1(4), 267-286.

Finaud, J., Lac, G., & Filaire, E. (2006). Oxidative stress: relationship with exercise and training. *Sports Medicine*, 36(4), 327-358.

Guaraldo, S. A., Serra, A. J., Amadio, E. M., Antônio, E. L., Silva, F., Portes, L. A., ... de Carvalho, P de T. (2016). The effect of low-level laser therapy on oxidative stress and functional fitness in aged rats subjected to swimming: an aerobic exercise. *Lasers in Medical Science*, 31(5), 833-840.

Huang, Y. Y., Chen, A. C., Carroll, J. D., & Hamblin, M. R. (2009). Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response*, 7(4), 358-383.

Lima, F. D., Stamm, D. N., Della-Pace, I. D., Dobrachinski, F., de Carvalho, N. R., Royes, L. F., ... Bresciani, G. (2013). Swimming training induces liver adaptations to oxidative stress in rats submitted to repeated exhaustive swimming bouts. *PLoS One*, 8(2), e55668.

Machado, F. A., Peserico, C. S., Mezzaroba, P. V., Manoel, F. A., & Da Silva, D. F. (2017). Light-emitting diodes (LED) therapy applied between two running time trials has a moderate effect on attenuating delayed onset muscle soreness but does not change recovery markers and running performance. *Science & Sports*, 32(5), 286-294.

Machefer, G., Groussard, C., Zouhal, H., Vincent, S., Youssef, H., Faure, H., ... Gratas-Delamarche, A. (2007). Nutritional and plasmatic antioxidant vitamins status of ultra endurance athletes. *The Journal of the American College of Nutrition*, 26(4), 311-316.

Machefer, G., Groussard, C., Rannou-Bekono, F., Zouhal, H., Faure, H., Vincent, S., ... Gratas-Delamarche, A. (2004). Extreme Running Competition Decreases Blood Antioxidant Defense Capacity. *The Journal of the American College of Nutrition*, 23(4), 358-364.

Mantineo, M., Pinheiro, J. P., & Morgado, A. M. (2014). Low-level laser therapy on skeletal muscle inflammation: evaluation of irradiation parameters. *Journal of Biomedical Optics* 19(9), 098002.

Marklund, S., & Marklund, G. (1974). Involvement of the superoxide anion radical in the autooxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *European Journal of Biochemistry*, 47(3), 469-474.

Mastaloudis, A., Morrow, J. D., Hopkins, D. W., Devaraj, S., & Traber, M. G. (2004). Antioxidant supplementation prevents exercise-induced lipid peroxidation, but not inflammation, in ultramarathon runners. *Free Radical Biology and Medicine*, 36(10), 1329-1341.

Nampo, F. K., Cavalheri, V., Dos Santos Soares, F., De Paula Ramos, S., & Camargo, E. A. (2016). Low-level phototherapy to improve exercise capacity and muscle performance: a systematic review and meta-analysis. *Lasers In Medical Science*, 31(9), 1957-1970.

Nikolaidis, M. G., Jamurtas, A. Z., Paschalis, V., Kostaropoulos, I. A., Kladi-Skandali, A., Balamitsi, V., ... Kouretas, D. (2006). Exercise-Induced Oxidative Stress in G6PD-Deficient Individuals. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(8), 1443-1450.

Peternejl, T. T., & Coombes, J. S. (2011). Antioxidant supplementation during exercise training: beneficial or detrimental? *Sports Medicine*, 41(12), 1043-1069.

Powers, S. K., Ji, L. L., Kavazis, N. A., & Jackson, M. J. (2011). Reactive Oxygen Species: Impact on Skeletal Muscle. *Comprehensive Physiology*, 1(2), 941-69.

Powers, S. K., & Jackson, M. J. (2008). Exercise-Induced Oxidative Stress: Cellular Mechanisms and Impact on Muscle Force Production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243-1276.

Sedlak, J., & Lindsay, R. H. (1968). Estimation of total, protein-bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Analytical Biochemistry*, 25(1), 192-205.

Shi, M., Wang, X., Yamanaka, T., Ogita, F., Nakatani, K., & Takeuchi T. (2007). Effects of anaerobic exercise and aerobic exercise on biomarkers of oxidative stress. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 12(5), 202-208.

Siegel, S. (1975). Estatística não-paramétrica, para as ciências do comportamento. Trad. Alfredo Alves de Farias. Ed. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 350.

Silva, A. A., Leal-Junior, E. C., D'Avila, K. de A., Serra, A. J., Albertini, R., França, C. M., ... de Carvalho, P. de T. (2015). Pre-exercise low-level laser therapy improves performance and levels of oxidative stress markers in mdx mice subjected to muscle fatigue by high-intensity exercise. *Lasers in Medical Science*, 30(6), 1719-1727.

Vollard, N. B. J., Shearman, J. P., & Cooper, C. E. (2005). Exercise induced oxidative stress. Myths, realities and physiological relevance. *Sports Medicine*, 35(12), 1045-1062.

Zagatto, A. M., De Paula Ramos, S., Nakamura, F. Y., De Lira, F. S., Lopes-Martins, R. Á., & De Paiva Carvalho, R. L. (2016). 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*, 31(3), 511-521.

APÊNDICE - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO:

**INFLUÊNCIA DA FOTOBIMODULAÇÃO NO DESEMPENHO E RECUPERAÇÃO
DE CORREDORES AMADORES.**

Eu, _____, li e/ou ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e a quais procedimentos serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará o tratamento/serviço que estou recebendo. Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro para participar do estudo. Concordo em participar do estudo, **INFLUÊNCIA DA LASERTERAPIA NO DESEMPENHO, RECUPERAÇÃO E ESTRESSE OXIDATIVO DE CORREDORES AMADORES**, e receberei uma via assinada deste documento.

Uberaba, / / .

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador responsável

Assinatura do pesquisador assistente

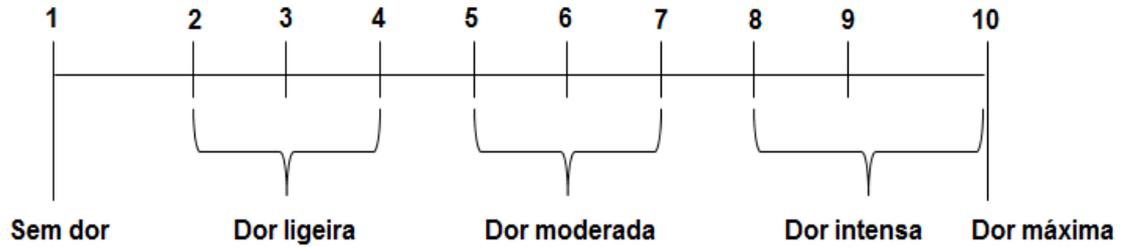
Telefone de contato dos pesquisadores:

Prof. Dr. Jeffer Eidi Sasaki - (34) 98872-7934

Lucas Ribeiro Rodrigues – (34) 99106-9069

ANEXO A

Escala Visual analógica (EVA).



Escala de Percepção Subjetiva de Recuperação

CLASSIFICAÇÃO	DESCRITOR
0	Nenhuma recuperação
1	Muito pouca recuperação
2	Pouca recuperação
3	Recuperação moderada
4	Boa recuperação
5	Muito boa recuperação
6	–
7	Muito, muito boa recuperação
8	–
9	–
10	Totalmente recuperado

Fonte: LAURENT et al., 2011.

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço

CLASSIFICAÇÃO	DESCRITOR
0	
1	Muito leve
2	Leve
3	Moderado
4	Às vezes forte
5	Forte
6	–
7	Muito Forte
8	–
9	–
10	Muito, muito forte

Fonte: Borg, 1982.