
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

DISSERTAÇÃO

**EFEITO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE A RECUPERAÇÃO
MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE *SPRINTS***

ELVIS DE SOUZA MALTA

Maio - 2017

Bauru/SP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

DISSERTAÇÃO

**EFEITO DA TERAPIA DE FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE A RECUPERAÇÃO
MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE *SPRINTS***

**ELVIS DE SOUZA MALTA
PROF. DR. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências da Motricidade.

Maio - 2017

Bauru/SP

796.022 Malta, Elvis de Souza

M261e Efeito da terapia de fotobiomodulação sobre a
recuperação muscular após sessões de treinamento intervalado
de sprints / Elvis de Souza Malta. - Rio Claro, 2017
109 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro

Orientador: Alessandro Moura Zagatto

1. Cinesiologia. 2. Fototerapia. 3. LED. 4. SIT. 5.
Inflamação. 6. Marcadores de lesão. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

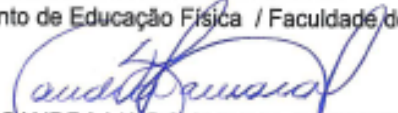
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITO DA TERAPIA FOTOBIMODULAÇÃO SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE SPRINTS.

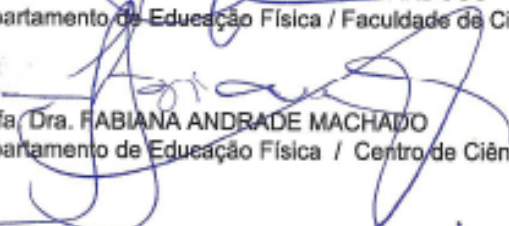
AUTOR: ELVIS DE SOUZA MALTA

ORIENTADOR: ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, especialidade: BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP


Profa. Dra. SANDRA LIA DO AMARAL CARDOSO
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP


Profa. Dra. FABIANA ANDRADE MACHADO
Departamento de Educação Física / Centro de Ciências da Saúde - Universidade Estadual de Maringá / PR

Rio Claro, 07 de abril de 2017

**A presente dissertação de mestrado foi realizada com o apoio financeiro da Fundação de
Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo**



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me guiar até aqui e me dar força nas horas difíceis.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto pela oportunidade de estar aqui e pelos ensinamentos.

Aos companheiros do LAFIDE, Gabriel, Rodrigo, Fabio, Willian, Paulo, Gabriel Claus, Joel, Luan e Yago, pela parceria no dia-a-dia e pela ajuda durante as coletas desse estudo.

Ao Prof. Dr. Fabio Santos de Lira e seus alunos pelo suporte e ensinamentos durante minha passagem por Presidente Prudente.

À Prof. Dra. Fabiana Andrade Machado e seus alunos pelo empréstimo de equipamentos, por me receberem sempre tão bem em Maringá e pelos conselhos dados ao longo do mestrado.

À Prof. Dra. Sandra Lia do Amaral Cardoso por permitir o uso de seu laboratório e equipamento ao longo das coletas. Também a seus alunos que me ajudaram muito no dia-a-dia das coletas.

Ao Prof. Dr. Anderson Saranz Zago por permitir o uso de seus equipamentos na reta final do estudo e pelos conselhos.

Ao Prof. Dr. Wladimir Rafael Beck pelo auxílio na leitura das amostras sanguíneas em Limeira – SP.

Aos funcionários da Unesp – Bauru pelo auxílio no dia-a-dia e pelos favores nas horas de dificuldade.

À todas as pessoas que participaram como voluntário desse estudo.

Aos meus pais pelo esforço que fizeram ao longo de toda minha vida para que eu chegasse até aqui. Também aos meus irmãos pelo apoio apesar da distância. À minha namorada Bruna, por me apoiar em todas as minhas decisões e pelos conselhos, sempre como muito carinho e interesse. Te amo! Saibam que essa dissertação foi escrita por todos vocês.

RESUMO

O objetivo geral do presente projeto foi investigar a efetividade da terapia de fotobiomodulação (TFBM) sobre a recuperação muscular após sessões de treinamento intervalado de *sprint* (SIT) em ciclo ergômetro. Para isso, foram realizados 2 estudos independentes: o estudo 1 teve como objetivo avaliar o efeito agudo da TFBM aplicada imediatamente após sessão de SIT sobre as respostas inflamatórias (IL-10 e TNF α), marcadores de lesão muscular (CK e LDH), percepção de dor muscular e no desempenho em salto vertical. O estudo 2 teve como objetivo comparar a efetividade da TFBM nas mesmas variáveis do estudo 1, mas comparando esse método com outros métodos de recuperação já clássicos na literatura, como a recuperação ativa (RA), imersão em água fria (IAF). Participaram do projeto 36 voluntários não treinados (12 participantes no estudo 1 e todos os 36 no estudo 2). No estudo 1 o desenho experimental foi designado como duplo-cego, randomizado e controlado por placebo e no estudo 2 foram utilizados grupos independentes para cada intervenção. Os voluntários foram submetidos a um teste incremental máximo, seguido (5 dia depois) de duas sessões de SIT (4 x teste de *Wingate*, com recuperação de 4 min entre os esforços) em um intervalo de 24 h. Imediatamente após a segunda sessão de SIT foram aplicadas a TFBM (músculos quadríceps e bíceps femoral em ambas as pernas), ou Placebo (PLA) (estudo 1) e TFBM, RA (15 min a 50% da menor intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio) ou IAF (10 min à 10 °C) (estudo 2). Amostras de sangue venoso foram coletadas antes (Pré), 30 min, 1, 24, 48 e 72 h após a segunda sessão de SIT, além disso, nos momentos 24, 48 e 72 h foram realizadas avaliações da percepção de dor e salto vertical contra movimento. Não foram verificadas interações entre os grupos no estudo 1 e no estudo 2 para nenhuma das variáveis investigadas. No entanto, por meio da análise da magnitude do tamanho do efeito foram verificados efeitos benéficos sobre alguns parâmetros analisados e diferenças entre as intervenções. Com base nos resultados dos estudos 1 e 2, de modo geral, a TFBM teve um efeito ligeiramente benéfico sobre a recuperação muscular após sessões de SIT em ciclo ergômetro. No entanto, os efeitos da TFBM não foram predominantemente melhores sobre os parâmetros de recuperação muscular quando comparados com os efeitos da RA e a IAF.

PALAVRAS-CHAVE: Fototerapia; LED; SIT; Inflamação; Marcadores de lesão; Imersão em água fria; Recuperação ativa.

EFFECT OF PHOTOBIMODULATION THERAPY ON THE MUSCULAR RECOVERY AFTER SPRINTS INTERVAL TRAINING SESSIONS

ABSTRACT

The general objective of the present project was to investigate the effectiveness of photobio-modulation therapy (FBMT) on muscle recovery after sprint interval training (SIT) sessions on cycle ergometer. Two independent studies were performed: study 1 aimed to evaluate the acute effect of FBMT applied immediately after SIT session on inflammatory responses (IL-10 and TNF α), markers of muscle injury (CK and LDH), CMJ performance and pain perception. Study 2 aims to compare the effectiveness of FBMT using the same variables of study 1, but comparing this method with other classical recovery methods in the literature, such as active recovery (AR) and cold water immersion (CWI). Thirty-six untrained volunteers participated in the studies (12 participants in study 1 and all 36 in study 2). In study 1 the experimental design was designated as double-blind, randomized and placebo-controlled and in the study two independent groups were used for each intervention. The subjects performed a maximal incremental test, followed (5 days later) by two sessions of SIT (4 x *Wingate* test, with recovery of 4min between the efforts) in a period of 24 hours. Immediately following the second SIT session, the FBMT (quadriceps and femoral biceps muscles in both legs) or Placebo (study 1) and FBMT, AR (15 min at 50% of the lowest intensity associated with peak oxygen uptake) or CWI (10 min at 10 ° C) (study 2). Venous blood samples were collected before, 30 min, 1, 24, 48 and 72 h after the second SIT session; in addition, at 24, 48 and 72 h was performed evaluations of CMJ performance and pain perception. There were no interactions between groups in study and study 2 for any variables. However, using the qualitative analysis of the magnitude of differences was found beneficial effects on some parameters analyzed and differences between interventions. In summary, based on these results, FBMT had a slightly beneficial effect on muscle recovery after SIT sessions in cycle ergometer. However, the effects of TFBM on muscle recovery parameters were not predominantly better when compared to AR and CWI effects.

Keywords: Phototherapy; SIT; Inflammation; Muscle injury markers; Recovery; Cold water immersion; Active recovery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cinética da concentração sanguínea de Interleucina (IL) -6, IL-10, IL-1ra e TNF α após uma sessão de exercício.....	7
Figura 2. Profundidade da penetração da luz no tecido biológico por meio de diferentes comprimentos de onda.....	18
Figura 3. Absorbância da água, hemoglobina, hemoglobina + O ₂ e melanina sobre diferentes comprimentos de onda.....	18
Figura 4. Desenho experimental do estudo 1.....	26
Figura 5. Desenho experimental do estudo 2.....	27
Figura 6. Unidade de controle e <i>clusters</i> do equipamento de LED da empresa THOR.....	30
Figura 7. Pontos de aplicação do LED.....	30
Figura 8. Escala analógica de dor.....	32
Figura 9. Comparação do desempenho nas sessões de SIT (mediana $\pm$ IC) nas condições experimental e controle aos quais foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA.....	36
Figura 10. Cinética da concentração de lactato sanguíneo (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 min após cada <i>Wingate</i> e no 5° e 7° min após o SIT nas condições experimental e controle aos quais foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA.....	37
Figura 11. Cinética da concentração de glicose sanguínea (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 min após cada <i>Wingate</i> e no 5° e 7° minuto após o SIT nas condições experimental e controle aos quais foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA.....	37
Figura 12. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de IL-10 e TNF α em percentual de diferença em relação ao momento Pré.....	41
Figura 13. Efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressa em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	41
Figura 14. Cinética da concentração de CK e LDH sanguínea expressas em valores absolutos e percentual de diferença para o momento Pré (mediana $\pm$ IC), nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	43
Figura 15. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de CK e LDH em percentual de diferença em relação ao momento Pré.....	44
Figura 16. Efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressa em percentual de diferença para o Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	44

Figura 17. Comparação entre o desempenho dos saltos verticais contra movimento (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 24, 48 e 72 h após as sessões de SIT nas condições TFBM e PLA.....	46
Figura 18. Comparação entre a percepção de dor (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 24, 48 e 72 h após as sessões de SIT nas condições TFBM e PLA.....	47
Figura 19. Comparação do desempenho nas sessões de SIT (mediana $\pm$ IC) do grupos posteriormente submetidos as intervenções TFBM, RA ou IAF.....	54
Figura 20. Cinética da concentração de glicose sanguínea (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 min após cada <i>Wingate</i> e 5 e 7 min após o SIT.....	56
Figura 21. Cinética da glicose sanguínea (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 min após cada <i>Wingate</i> e 5 e 7 min após o SIT.....	57
Figura 22. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de IL-10 e TNF α em percentual de diferença em relação ao momento Pré para os grupos G _{TFBM} , G _{RA} e G _{IAF}	61
Figura 23. Cinética da concentração de CK e LDH sanguínea expressas em percentual de diferença para o Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	63
Figura 24. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de CK e LDH em percentual de diferença em relação ao momento Pré para os grupos G _{TFBM} , G _{RA} e G _{IAF}	64
Figura 25. Comparação do efeito da TFBM, RA e IAF sobre o desempenho em salto vertical expresso em percentual de diferença para Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 24, 48 e 72 h.....	66
Figura 26. Comparação do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a percepção de dor expressa em diferença para o Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 24, 48 e 72 h.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros para aplicação da terapia de fotobiomodulação.....	31
Tabela 2. Concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressas em valores absolutos, percentual de diferença para o Pré e razão (IL-10/TNF α e TNF α /IL-10) (mediana $\pm$ IC) nas condições TFBM e PLA, nos momentos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	40
Tabela 3. Percentual de chance e inferência do efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressa em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	42
Tabela 4. Percentual de chance e inferência do efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressa em percentual de diferença para o Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	45
Tabela 5. Características antropométricas dos participantes do estudos 2.....	52
Tabela 6. Comparação entre os parâmetros fisiológicos de exaustão, desempenho e PSE de exaustão dos grupos G _{TFBM} , G _{RA} e G _{IAF} no teste incremental máximo.....	53
Tabela 7. Concentração sanguínea de IL-10 e TNF α (mediana $\pm$ IC) expressas em diferença para o Pré e percentual de mudança, razão IL-10/TNF α e TNF α /IL-10 nas condições TFBM, RA e IAF, nos momentos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	60
Tabela 8. Tamanho de efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressas em diferença para o Pré nos momentos 30 min e 1 h.....	62
Tabela 9. Tamanho de efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressas em percentual de diferença em relação ao Pré nos momentos 24 e 48 h.....	65
Tabela 10. Tamanho de efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a desempenho em salto vertical expresso em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.....	67
Tabela 11. Tamanho de efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre percepção de dor expressa diferença para o Pré nos momentos 24, 48 e 72 h.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMPK	Proteína quinase ativada por AMP
AMP	Adenosina monofosfato
ATP	Adenosina trifosfato
CK	Creatina quinase
Cox	Citocromo-C oxidase
COX-1	Ciclooxigenase na isoforma I
COX-2	Ciclooxigenase na isoforma II
COX-4	Ciclooxigenase na isoforma IV
DEXA	Densitometria de Raio-X de dupla energia
DNA	<i>Deoxyribonucleic acid</i> - Ácido desoxirribonucleico
ELISA	<i>Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay</i> - Ensaio de imunoabsorção enzimática
FC	Frequência cardíaca
FC_{max}	Frequência cardíaca máxima
FC_{pico}	Frequência cardíaca pico
GCD	Gasto calórico diário
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
IAF	Imersão em água fria
IF	Índice de fadiga
IL-1	Interleucina-1
IL-10	Interleucina-10
IL-1ra	Receptor antagonista de Interleucina-1
IL-1α	Interleucina-1 Alfa
IL-1β	Interleucina-1 Beta
IL-2	Interleucina-2
IL-4	Interleucina-4
IL-6	Interleucina-6
IL-7	Interleucina-7
IL-8	Interleucina-8
iVO_{2pico}	Intensidade associada ao consumo pico de oxigênio
Laser	<i>Light amplification by stimulated emission of radiation</i> - Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação

LDH	Lactato desidrogenase
LED	Light Emitting Diode - Diodo emissor de luz
NO	Óxido nítrico
MC	Massa corporal
MAPK	Proteína quinase p38 ativada por mitógeno
NADPH	Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina
PGC-1α	Co-ativador-1 alfa do receptor ativado por proliferador de peroxissoma
PLA	Placebo
PM	Potência média
PP	Potência pico
PSE	Percepção subjetiva de esforço
QR	Quociente respiratório
RA	Recuperação ativa
RNA	<i>Ribonucleic acid</i> - Ácido ribonucleico
SIT	<i>Sprints interval training</i> – Treinamento intervalado de <i>sprints</i>
ROS	Espécies reativas de oxigênio
RNS	Espécies reativas de nitrogênio
TFBM	Terapia de fotobiomodulação
Tlim	Tempo limite
TNFα	Fator de necrose tumoral alfa
TT	Trabalho total
$\dot{V}O_2$	Consumo de oxigênio
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$	Consumo pico de oxigênio
$\dot{V}O_{2\text{max}}$	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.Treinamento intervalado de alta intensidade.....	3
2.2.Respostas inflamatórias e de marcadores de lesão após SIT.....	5
2.3. Métodos de recuperação muscular.....	10
2.3.1. Recuperação ativa - RA.....	10
2.3.2. Imersão em água fria – IAF.....	12
2.3.3. Terapia de fotobiomodulação – TFBM.....	14
2.3.3.1. Mecanismos associados a terapia de fotobiomodulação.....	15
2.3.3.2. Doses e parâmetros de aplicação.....	16
2.3.3.3. Principais efeitos da TFBM.....	19
3. OBJETIVOS.....	22
3.1. Objetivos gerais.....	22
3.2. Objetivos específicos.....	22
4. HIPÓTESE.....	23
5. METODOLOGIA.....	24
5.1. Participantes.....	24
5.2. Critérios de inclusão e exclusão.....	24
5.3. Procedimentos experimentais.....	24
5.4. Desenho experimental.....	25
5.4.1. Estudo 1.....	25
5.4.2. Estudo 2.....	27
5.5. Controle dietético.....	27

5.6. Teste incremental máximo.....	28
5.7. Sessão de treinamento intervalado de <i>sprints</i> (SIT).....	28
5.8. Métodos de terapia para recuperação.....	29
5.8.1. Terapia de fotobiomodulação.....	31
5.8.2. Imersão em água fria.....	31
5.8.3. Recuperação ativa.....	31
5.9. Análise das variáveis inflamatórias e marcadores de lesão muscular.....	31
5.10. Mensuração do nível de dor muscular.....	32
5.11. Salto vertical contra movimento.....	32
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 1.....	35
7.1. Resultados do teste incremental máximo.....	35
7.2. Resultados do SIT: parâmetros de desempenho e fisiológicos.....	35
7.3. Resultados dos marcadores de lesão e inflamação muscular.....	37
7.4. Avaliações após as intervenções (TFBM e PLA): Salto vertical contra movimento e percepção de dor.....	45
7.5. Discussão.....	47
7.5.1. Marcadores de inflamação muscular.....	47
7.5.2. Marcadores de lesão muscular.....	48
7.5.3. Salto vertical contra movimento.....	50
7.5.4. Escala visual analógica de dor.....	51
8. RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 2.....	52
8.1. Resultados do teste incremental máximo.....	52
8.2. Resultados do SIT: parâmetros de desempenho e fisiológicos.....	53
8.3. Resultados dos marcadores de lesão e inflamação muscular.....	57

8.4.Avaliações após as intervenções (TFBM, RA e IAF): Salto vertical contra movimento e percepção de dor.....	66
8.5. Discussão.....	69
8.5.1. Marcadores de inflamação muscular.....	70
8.5.2. Marcadores de lesão muscular.....	71
8.5.3. Salto vertical contra movimento.....	72
8.5.4. Escala visual analógica de dor.....	73
9. CONCLUSÃO.....	75
10.REFERÊNCIA.....	76
11. ANEXOS.....	88
11.1. Anexo I – Termos de consentimento	88
11.2. Anexo II – Aceite do comitê de ética em pesquisa.....	92

1. INTRODUÇÃO

O treinamento intervalado de *sprints* (SIT) tem sido sugerido como um método eficiente por possibilitar adaptações similares aos métodos contínuos, porém com um menor volume de treinamento (GIBALA et al., 2006; BURGOMASTER et al., 2005). Existem evidências de que o SIT é tão efetivo para a melhoria do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$) quanto o treinamento contínuo (WHYTE; GILL; CATHCART, 2010; HELGERUD et al., 2007), além de possibilitar uma melhora da capacidade anaeróbia (WEBER; SCHNEIDER, 2002) e do desempenho em provas de resistência e *sprints* (DAWSON et al., 1998).

No entanto, apesar dos benefícios do SIT, a realização desse método de treinamento parece estar associado a um aumento das respostas de marcadores de lesão muscular e também de citocinas, aumento que pode estar vinculado a danos e processos inflamatórios no tecido muscular (HARNISH; SABO, 2016; ANTOSIEWICZ et al., 2013; MECKEL et al., 2009). Nesse contexto, recuperações inadequadas entre as sessões de SIT associada à elevada periodicidade semanal de treinamento sem um período de recuperação adequado podem gerar quadros de imunossupressão, além de aumentar a propensão a lesões, síndrome do super treinamento e, consequente, queda no desempenho (KUIPERS, 1998; FRY; KRAEMER, 1997). Tendo isso em vista, a utilização de métodos de recuperação após sessões de treinamento buscando atenuar ou mesmo acelerar o processo de reparo tecidual, evitando um possível processo danoso, são cada vez mais frequentes e tornou-se um recurso estratégico na rotina de treinamento.

Tradicionalmente, a recuperação ativa (RA) e a imersão em água fria (IAF) são utilizadas no âmbito esportivo como métodos na tentativa de acelerar a recuperação após sessões de treinamentos intensos ou mesmo minimizar o estresse fisiológico decorrente do exercício (NÉDÉLEC et al., 2013; REILLY; EKBLOM, 2005). No entanto, existem poucas evidências que comprovam a eficácia da RA (BARNETT, 2006) e, apesar de vários estudos terem investigado os efeitos da IAF, os resultados controversos (BARNETT, 2006; CHEUNG et al., 2003) e estudos mais recentes (TAVARES; SMITH; DRILLER, 2017; HOHENAUER et al., 2015), colocam em dúvida o efeito benéfico da utilização desse método.

Nesse contexto, a terapia de fotobiomodulação (TFBM) tem chamado atenção da área das ciências do esporte, tendo em vista os resultados benéficos encontrados na literatura, sendo, em alguns casos, superiores aos outros métodos citados acima (DE MARCHI et al., 2017; AVER VANIN et al., 2016). Estudos recentes têm sugerido que a TFBM é eficiente na redução da concentração sanguínea de creatina quinase (CK) após sessões de exercício (FERRARESI et al., 2015b; LEAL JUNIOR et al., 2009), atenuação e/ou antecipação das respostas inflamatórias (AVER VANIN et al., 2016; ZAGATTO et al., 2016; AMADIO et al., 2015; ALMEIDA

et al., 2011), diminuição da percepção de dor (BORGES et al., 2014; DOURIS et al., 2006) e melhora do desempenho (AVER VANIN et al., 2016; BORGES et al., 2014).

Apesar desses resultados, ainda existem muitas questões a serem respondidas sobre o efeito da TFBM na recuperação muscular, principalmente, em condições de exercício de alta intensidade como, por exemplo, no SIT. Além disso, recentemente tem se popularizando no meio científico o uso de diodo emissor de luz (LED) como opção mais acessível, em comparação com a luz amplificada por emissão estimulada de radiação (Laser) para a TFBM (LEAL JUNIOR et al., 2009). No entanto, por se tratar de uma tecnologia mais recente a utilização de LED na TFBM ainda foi pouco investigada.

Até o presente momento, nenhum estudo investigou o efeito agudo da TFBM por meio de LED após sessões de SIT em humanos, tendo em vista variáveis inflamatórias, marcadores de lesão, percepção de dor muscular e consequente resposta no desempenho. Além disso, ainda sabe-se pouco da eficácia TFBM em relação a outros métodos tradicionalmente utilizados. Caso seja comprovada a efetividade da TFBM em atenuar ou acelerar a recuperação após sessões de SIT, o método poderia ser utilizado como uma ferramenta estratégica durante a rotina de treinamento minimizando os riscos de lesão e síndrome do super treinamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Treinamento intervalado de alta intensidade

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é caracterizado pela alternância entre esforços de alta intensidade e períodos de recuperação passiva ou ativa (WESTON et al., 2014; GIBALA et al., 2012), sendo considerado um método eficiente para melhorar funções cardiorrespiratórias e metabólicas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Esse tipo de treinamento pode incorporar exercícios retangulares de alta intensidade que são classificados como HIIT de curta duração (esforços < 45 s) e longa duração (esforços entre 2-4 min) (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Além disso, também podem ser realizados exercícios com de característica *all-out*, classificados como HIIT de curta duração (esforço < 10 s) e longa duração (esforço entre 20-30 s), sendo o último muitas vezes chamado de SIT, apesar do termo HIIT ser utilizado constantemente para englobar todos as variações desse tipo treinamento (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

A incorporação de exercícios de alta intensidade na rotina de treinamento não é recente no âmbito esportivo; estudos mais antigos já relatavam os seus efeitos benéficos sobre a atividade de enzimas do metabolismo anaeróbio (THORSTENSSON et al. 1975), mudanças nas fibras musculares (DAWSON et al., 1998; ESBJORNSSON et al., 1993) e na melhora do desempenho (THORSTENSSON et al. 1975). No entanto, o primeiro estudo a trazer a concreta possibilidade de usá-lo como método de treinamento focado na melhoria cardiorrespiratória foi realizado por Burgomaster et al. (2005). Estes autores investigaram o efeito de duas semanas de SIT (4 x *Wingate* e intervalos de 4 minutos) sobre o desempenho e adaptações musculares por meio de biópsia muscular em ciclo ergômetro. Além de melhoras do desempenho em relação aos momentos pré e pós-treinamento, os autores verificaram um aumento significativo da atividade da enzima citrato sintase e no conteúdo de glicogênio muscular com o SIT. Dessa forma, os autores concluíram que duas semanas de SIT podem aumentar o desempenho e o potencial oxidativo. Além disso, as melhorias geradas por duas semanas de SIT parecem ser semelhantes aos resultados reportados por outros autores que realizaram treinamentos de resistência aeróbia, porém com um maior volume de treinamento (5-7 semanas) (PUTMAN et al., 1998; GREEN et al., 1995).

Em sequência, esse mesmo grupo de autores (GIBALA et al., 2006) comparou as adaptações musculares e o desempenho após duas semanas de treinamento contínuo e SIT em ciclo ergômetro. Foram verificadas melhoras significativas na capacidade oxidativa evidenciadas pelo aumento da atividade máxima da enzima Citocromo-C oxidase (Cox) e no conteúdo mus-

cular de Cicloxigenase nas subunidades II e IV (COX-2 e COX-4), na capacidade de tamponamento do músculo, conteúdo de glicogênio muscular e no desempenho em ambos os métodos. Dessa forma, os autores concluíram que o SIT, apesar do baixo volume do treinamento, é uma estratégia eficiente para induzir rápidas adaptações musculares e no desempenho.

No mesmo sentido, Helgerud et al. (2007) submeteram 4 grupos a 4 tipos de treinamento (HIIT de longa duração, HIIT de curta duração, treinamentos contínuos no limiar de lactato e treinamentos à 70% da frequência cardíaca máxima - FCmax) durante 8 semanas (3 sessões semanais) e verificaram um aumento significativo do $\dot{V}O_{2max}$ somente nos grupos que realizaram HIIT.

Apesar da ampla utilização, não há consenso do exato mecanismo responsável pelas adaptações causadas pelo HIIT. No entanto, sugere-se que as elevadas intensidades das sessões induzem a ativação de proteína quinase ativada por AMP (AMPK) e proteína quinase p38 ativada por mitógeno (MAPK), que por sua vez são responsáveis pela fosforilação e ativação do co-ativador-1 alfa do receptor ativado por proliferador de peroxissoma (PGC-1 α). O aumento da presença de PGC-1 α no núcleo da célula incrementam a transcrição de fatores responsáveis pela biogênese mitocondrial. Em última instância, aumentos na densidade mitocondrial podem induzir a melhorias nos processos oxidativos biológicos (GIBALA et al., 2012).

Os métodos de HIIT mais reportados pela literatura são os que utilizam cargas *all-out* (*Wingate*, por exemplo) (SIT) e com intensidades relativas ao $\dot{V}O_{2max}$ ($i\dot{V}O_{2max}$) ($\approx 100\%$, por exemplo) (WESTON et al., 2014). O SIT proposto por Burgomaster et al. (2005), e posteriormente investigado por Gibala et al. (2006), envolve a realização de 4-6 esforços com duração de 30 segundos (*Wingate*) e intervalos de 4 minutos entre cada repetição em ciclo ergômetro. Esse método vem sendo amplamente utilizado em diferentes indivíduos (sedentários, moderadamente ativos e treinados), tendo em vista as adaptações cardiorrespiratórias e metabólicas e o tempo reduzido das sessões (duração média de ≈ 20 minutos) (WESTON et al., 2014).

No entanto, cabe ressaltar que a elevada intensidade das sessões de SIT podem gerar desconfortos durante e após as sessões, diminuindo a aderência a esse tipo de treinamento, principalmente em pessoas sedentários e moderadamente ativos (GIBALA et al., 2012; LITTLE et al., 2010). Além disso, apesar dos benefícios em nível cardiorrespiratório e muscular do SIT, a elevada intensidade do treino resulta em lesões teciduais evidenciadas, principalmente, pelo aumento de enzimas musculares extravasadas para a corrente sanguínea (BOGDANIS et al., 2013) e o aumento da concentração sanguínea de citocinas (HARNISH; SABO, 2016; KASPAR et al., 2016; ANTOSIEWICZ et al., 2013), responsáveis por mediar as respostas inflamatórias com objetivo de reparar o tecido danificado (DE OLIVEIRA et al., 2011).

2.2. Respostas inflamatórias e de marcadores de lesão após SIT

Durante exercícios de alta intensidade ocorrem rápidos ciclos de alongamento e encurtamento da musculatura ativa, além de um aumento abrupto da tensão muscular e nos tendões (RALL, 1985). Essas características mecânicas fazem desse tipo de exercício uma atividade altamente lesiva, capaz de causar a desorganização e até mesmo rompimento de estruturas musculares (BRANCACCIO et al., 2008). Frente a lesão gerada pelo exercício, ocorrem no organismo uma série de respostas metabólicas, hormonais e imunológicas, visando, principalmente, restabelecer a homeostase e recuperar estruturalmente a musculatura (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999). Além disso, essas respostas são acompanhadas pelo surgimento de sintomas como a dor e a disfunção contrátil, resultantes, principalmente, da inflamação do tecido lesionado (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999).

Em um quadro de lesão muscular já instaurado, os neutrófilos são a “primeira linha de defesa” do sistema imune, realizando a fagocitose de estruturas residuais (SILVA; MACEDO, 2011; TIDBALL, 2005). Em sequência, os monócitos, que estavam na corrente sanguínea, migram para o tecido, formando os chamados macrófagos que exercem uma papel importante no reparo e na síntese tecidual (SILVA; MACEDO, 2011; TIDBALL, 2005). Não menos importantes, os linfócitos também mediam reparos no músculo, no entanto, horas após o exercício, frequentemente, ocorre uma queda na concentração dessa célula, gerando quadros de imunossupressão, que podem aumentar a susceptibilidade à infecções do trato respiratório superior (PEDERSEN; ROHDE; OSTROWSKI, 1998). Cabe ressaltar que, a inflamação do músculo após sessões de exercício de alta intensidade é evidenciada, principalmente, pelo aumento da concentração de citocinas no tecido (NIEMAN et al., 2015) e no sangue (HARNISH; SABO, 2016), uma vez que essas estruturas são responsáveis por coordenar todas essas reações (LIN; CALVANO; LOWRY, 2000).

As citocinas são polipeptídeos hidrossolúveis com uma massa atômica variando entre 8 e 30 kDa. Uma mesma citocina pode ser produzida por diferentes estruturas, além disso muitas vezes apresentam funções redundantes, ou seja, diferentes citocinas podem apresentar uma mesma função. Além de orquestrar a atividade de outras citocinas, elas também podem ser responsáveis pela atividade, diferenciação, proliferação e a sobrevivência das células imunológicas (DE OLIVEIRA et al., 2011). As citocinas podem ser classificadas como pró-inflamatórias (Fator de necrose tumoral alfa - TNF α ; Interleucina-1 - IL-1; Interleucina-2 - IL-2; Interleucina-6 - IL-6; Interleucina-7 - IL-7) quando parte da sua função está associada a indução da inflamação e anti-inflamatórias (Interleucina-4 - IL-4; Interleucina-10 - IL-10; Interleucina-1ra - IL-

1ra), ou seja, estão associadas com respostas que coíbem a inflamação (VARAMENTI et al., 2013; CROFT et al., 2009; PEELING et al., 2009).

Dentre as citocinas pró-inflamatórias, a IL-6 é a mais investigada no âmbito esportivo por ser altamente responsiva à atividade física (PEDERSEN et al., 2003). A IL-6 é secretada, principalmente, por macrófagos, monócitos, eosinófilos e hepatócitos, estimulando a produção de proteínas da fase aguda da inflamação. Durante um estímulo (exercício físico, por exemplo), a concentração de IL-6 aumenta rapidamente, atingindo o seu valor pico, muitas vezes, durante o próprio esforço. No entanto, dependendo da duração da sessão, o valor pico da concentração sanguínea de IL-6 também pode ser verificado imediatamente ou minutos após o exercício (Figura 1) (OSTROWSKI et al., 1998). A produção de IL-6 é proporcional à intensidade, duração e massa muscular ativa durante o exercício físico (PEDERSEN et al., 2003). Além de suas funções pró-inflamatórias, a IL-6 pode exercer papéis anti-inflamatórios em alguns casos, principalmente quando é encontrada em baixa concentração decorrente do exercício com estímulos mais brandos (PETERSEN; PETERSEN, 2005).

Outra citocina pró-inflamatória muito investigada no meio esportivo é a $TNF\alpha$, uma vez que pode indicar inflamações em decorrência de lesões teciduais causadas pelo exercício físico. A $TNF\alpha$ é uma proteína produzida, principalmente, por monócitos, linfócitos e macrófagos, a alta concentração sanguínea dessa substância pode estar também associada a processos deletérios do organismo (câncer, por exemplo). Ao ser produzida, a $TNF\alpha$ se liga aos seus receptores específicos e desencadeia reações como a apoptose (NAGATA, 1997). No entanto, seu principal efeito é o recrutamento e ativação de neutrófilos e monócitos para o local da lesão ou infecção, promovendo a inflamação. Imediatamente após sessões de exercício ocorre um rápido aumento da concentração sanguínea de $TNF\alpha$, ao qual se mantém elevada por um maior tempo, quando comparada com a IL-6 (Figura 1) (PETERSEN; PEDERSEN, 2005).

Por outro lado, a IL-10 é uma potente citocina anti-inflamatória sintetizada principalmente por células imunológicas e tecidos neurais, é também conhecida como citocina inibidora, pois um de seus efeitos é a inibição das citocinas IL-1 α , IL-1 β e $TNF\alpha$, resultando no bloqueio das respostas imunes (COUPER; BLOUNT; RILEY, 2008). Após uma sessão de exercício ocorre um lento, porém, constante aumento da concentração sanguínea de IL-10, de forma inversa, a concentração sanguínea de IL-6 e $TNF\alpha$, que já atingiram seus valores máximos, começam a diminuir na mesma proporção em que a IL-10 aumenta (Figura 1). Portanto, a IL-10 desempenha um papel importante orquestrando as reações pró-inflamatória que envolvem, principalmente, a ativação de macrófagos e monócitos.

O receptor antagonista de IL-1 (IL-1ra) é uma citocina anti-inflamatória da família da IL-1. A principal função da IL-1ra é ligar-se aos receptores de IL-1 α e IL-1 β bloqueando sua interação. Dessa forma, a IL-1ra somente regula a atividade de IL-1 α e IL-1 β , não exercendo nenhum efeito sobre a célula ao ligar-se com o receptor (PETERSEN; PETERSEN, 2005). Além disso, assim como a IL-10, também pode inibir as funções da TNF α e IL-6 (AREND, 2002). Imediatamente após sessões de exercício físico a concentração sanguínea de IL-1ra aumenta significativamente, porém, em uma magnitude menor que a TNF α e a IL-6 (PETERSEN; PETERSEN, 2005). Na Figura 1 são apresentadas as cinéticas da concentração sanguínea de IL-10, TNF α , IL-6 e IL-1ra após uma sessão de exercício.

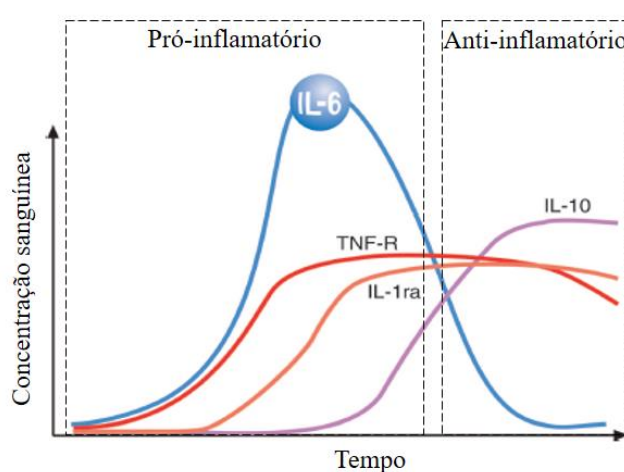


Figura 1. Cinética da concentração sanguínea de interleucina (IL) -6, IL-10, IL-1ra e TNF α após uma sessão de exercício, adaptado de Petersen e Petersen (2005).

Nesse contexto, recentemente, o efeito do SIT sobre as respostas inflamatórias tem sido alvo de muitos estudos (HARNISH; SABO, 2016; KASPAR et al., 2016; ZWETSLOOT et al., 2014; ANTOSIEWICZ et al., 2013), principalmente por meio da análise da concentração sanguínea de citocinas, uma vez que o balaço da concentração dessas variáveis pode indicar possíveis efeitos prejudiciais ou benéficos sobre a musculatura.

Harnish e Sabo (2016) compararam o efeito de sessões agudas de SIT com diferentes razões esforço/pausa sobre a concentração sanguínea de IL-6, IL-10 e TNF α . As duas sessões de SIT foram realizadas em cicloergômetro e compostas por: (1) 10 *sprints* com duração de 20 s seguidos de 10 s de repouso entre cada esforço, e (2) 5 *sprints* com duração de 30 s (*Wingate*) seguidos de 270 s repouso entre cada esforço. Amostras de sangue venoso foram coletadas antes, imediatamente após e nos momentos 1 h e 24 h após a sessão de SIT. Esses autores concluíram que uma sessão SIT aumenta significativamente a concentração sanguínea de IL-6

e IL-10, principalmente, imediatamente e 1 h após os esforços. No entanto, a alteração da razão esforço/pausa do SIT parece não influenciar nas respostas inflamatórias.

No mesmo sentido, Kaspar et al. (2016) compararam o efeito do SIT e treinamento contínuo em cicloergômetro sobre a concentração sanguínea de IL-1 β , IL-6 IL-10 e a razão IL-6/IL-10. O SIT foi composto por 6 *Wingates* com intervalo de 4 min entre cada esforço e, por outro lado, o treinamento contínuo teve duração de 45 min à 62,5% da FC_{max}. Coletas de sangue venoso foram realizadas antes e nos momentos 30 min e 2 dias após as sessões de exercício. Esses autores verificaram um aumento significativo da concentração sanguínea de IL-6 e da razão IL-6/IL-10 no momento 30 min para ambos tipos de exercício. No entanto, não foram verificadas diferenças significativas entre as respostas inflamatórias dos grupos.

Corroborando esses achados, Antosiewicz et al. (2013) compararam o efeito agudo de uma sessão de SIT sobre a concentração sanguínea de IL-10 e IL-6 em voluntários treinados e não treinados. Nesse estudo, o SIT foi composto por 3 *Wingates* com recuperações de 4,5 min entre cada esforço. Coletas de sangue venoso foram realizadas antes e nos momentos 1 h, 24 h e 5 dias depois. Os autores verificaram um aumento significativo da concentração sanguínea de IL-10 e IL-6 1h após a sessão de SIT em ambos os grupos somente no momento 1 h. No entanto, nos participantes não treinados o aumento da concentração sanguínea de IL-10 e IL-6 foi mais acentuado.

Zwetsloot et al. (2014) investigaram o efeito de uma sessão aguda de HIIT sobre a concentração sanguínea de IL-1 β , IL-6, IL-8, IL-10 e TNF α . A sessão de HIIT foi composta por 10 *sprints* com duração de 60 s, velocidade correspondente a 100% da $\dot{V}O_{2max}$ e intervalos de 60 s entre cada esforço. Amostras de sangue venoso foram coletadas antes, imediatamente após e nos momentos 15 min, 30 min e 45 min após a sessão de HIIT. Esses autores verificaram, um modesto, porém significativo, aumento da concentração sanguínea de IL-6 (em todos os momentos), IL-8 (em todos os momentos, exceto no 15min), IL-10 (momento 45 min) e TNF α (imediatamente após) após a sessão aguda de HIIT.

Portanto, sessões agudas de SIT e HIIT aumentam significativamente a concentração sanguínea de IL-6, IL-8, IL-10 e TNF α , o que evidencia o efeito danoso desse tipo de treinamento sobre o músculo. Além disso, esse aumento parece ocorrer de forma mais acentuada em pessoas não treinadas. Desse modo, ao que tudo indica, sessões consecutivas de SIT com um intervalo curto de recuperação entre elas, poderia ter um efeito ainda mais agressivo sobre o aumento dessas citocinas.

Assim como os marcadores inflamatórios, marcadores de lesão muscular, como a CK e a LDH, também são utilizados como parâmetro de recuperação muscular. A CK é uma enzima

presente em grande parte dos tecidos, principalmente no músculo esquelético, tendo como principal função catalisar a desfosforilação da creatina fosfato para ressíntese de adenosina trifosfato (ATP) e vice-versa. Assim como a CK, a LDH é uma enzima presente no músculo, onde tem como principal função catalisar a redução do piruvato em lactato (BRANCACCIO et al., 2008).

Após um exercício de alta intensidade, a CK e LDH presentes no músculo podem extravasar para o meio extracelular e, conseqüentemente, para a corrente sanguínea (BRANCACCIO et al., 2008). Isso ocorre devido à lesão causada ao tecido pelos exercícios, principalmente na membrana. Dessa forma, as concentrações sanguíneas de CK e LDH vêm sendo mensuradas e associadas ao nível de lesão muscular gerado pelo exercício, uma vez que são proporcionais à sobrecarga (BRANCACCIO et al., 2008).

Hadidi et al. (2014) investigaram o efeito de uma sessão aguda de HIIT sobre a concentração sanguínea de CK e LDH em voluntários treinados. O HIIT foi composto por 4 *sprints* com duração de 1 min, velocidade equivalente a 90% da $\dot{V}O_{2max}$ e 2 min de repouso entre cada *sprint*. Amostras sanguíneas foram coletadas antes e nos momentos 24 h após a sessão de SIT. Esses autores verificaram um aumento significativo da concentração sanguínea de LDH e CK após a sessão aguda de HIIT.

Bogdanis et al. (2013) investigaram o efeito de uma sessão aguda de SIT sobre cinética da concentração sanguínea de CK e se o treinamento poderia alterar essa cinética. Os participantes foram submetidos a uma sessão de SIT (4 *Wingates* com intervalo de 4 min entre cada esforço) seguido de 3 semanas de treinamento (7 sessões) com SIT (1ª semana: 5 *Wingates*, 2ª semana: 6 *Wingates*, e 3ª semana: 5 *Wingates*) e uma nova sessão de SIT na 4ª semana (idêntica a inicial). Amostras sanguíneas foram coletadas antes e nos momentos 30 min, 24 h e 48 h após a primeira e última sessão de SIT. Esses autores verificaram um aumento significativo na concentração sanguínea de CK 24 h após o primeiro SIT. No entanto, após 3 semanas de treinamento esse aumento não foi verificado.

Esses resultados indicam que a concentração sanguínea de CK e LDH aumentam significativamente após sessões de SIT e HIIT. Além disso, tendo em vista os achados de Bogdanis et al. (2013), o aumento da CK por meio do SIT parece ocorrer, principalmente, em voluntários não treinados.

Portanto, tendo em vista os efeitos do SIT sobre a lesão muscular e, conseqüentemente, na inflamação, evidenciadas, principalmente, pelo aumento da concentração sanguínea de CK, LDH, IL-6, IL-8, IL-10 e TNF α , sugere-se períodos de recuperação adequados entre as sessões de treinamento para evitar possíveis efeitos prejudiciais sobre o desempenho. Além disso, a

utilização métodos de recuperação aliados ao SIT poderia ser uma estratégia eficiente para potencializar a recuperação e minimizar os riscos.

2.2. Métodos de recuperação muscular

Tradicionalmente, métodos de recuperação muscular são utilizados no âmbito esportivo como recurso estratégico para acelerar a recuperação muscular após sessões de treinamento e durante o período competitivo (NÉDÉLEC et al., 2013; REILLY e EKBLOM, 2005).

2.2.1. Recuperação ativa - RA

A RA ou a execução de exercícios de baixa intensidade após sessões de treino ou durante o período competitivo é uma técnica muito comum entre os treinadores. No entanto, poucos estudos investigaram o efeito desse método na recuperação muscular, principalmente por meio de marcadores específicos (citocinas e marcadores de lesão, por exemplo), enquanto que a maioria das investigações se baseia na remoção de lactato sanguíneo (BARNETT et al., 2006), uma vez que a concentração de lactato é responsiva à sobrecarga imposta pelo exercício.

Após uma sessão de exercício de alta intensidade, no qual o metabolismo glicolítico exerce uma grande contribuição metabólica, as concentrações sanguíneas de lactato aumentam significativamente. Alguns estudos investigaram a influência da recuperação ativa na remoção do lactato sanguíneo após sessões de exercício. Devlin et al. (2014) investigaram a influência da RA na remoção do lactato sanguíneo após um exercício de alta intensidade. Foi verificado que ao realizar a RA, a concentração de lactato diminuiu mais rapidamente, além disso, a intensidade referente a 80% do limiar de lactato parece ser a intensidade máxima no qual a RA ainda é eficiente. No mesmo sentido, Menzies et al. (2010) investigaram o efeito de diferentes intensidades de RA na remoção do lactato sanguíneo e verificaram que a intensidade mais eficiente é de aproximadamente 60-100% da intensidade referente ao limiar anaeróbio.

Durante sessões de exercícios supra máximos realizado até a exaustão, parte do glicogênio muscular é depletado tendo em vista a demanda metabólica do exercício. Dessa forma, alguns estudos investigaram o efeito da recuperação ativa sobre a restauração dos estoques intramusculares de glicogênio (MCAINCH et al., 2004; FAIRCHILD et al., 2003; PETERS et al., 1987). Fairchild et al. (2003) submeteram dois grupos de ciclistas treinados a uma sessão de exercício supra máximo (130% da $\dot{V}O_{2max}$) seguida de um teste de *Wingate* (*all-out* de 30 s). Posteriormente, um dos grupos realizou uma sessão de RA (45 min à 40% da $\dot{V}O_{2max}$) e o outro grupo permaneceu em repouso (recuperação passiva). O pH do grupo submetido à RA retornou aos valores basais mais rapidamente. No entanto, os estoques de glicogênio muscular

não aumentaram após a RA. Corroborando esses achados, McAinch et al. (2004) não verificaram a restauração dos estoques intramusculares de glicogênio após uma sessão de RA (15 min à 40% da $\dot{V}O_{2max}$) realizada entre duas sessões de exercício.

Zuzuki et al. (2003) investigaram o efeito da RA sobre a concentração sanguínea de CK, LDH e na atividade de neutrófilos após uma partida de rúgbi. Dessa forma, após uma partida de rúgbi, os participantes foram submetidos às sessões de RA (1 h de exercícios aquáticos) ou recuperação passiva (repouso) e amostras sanguíneas foram coletadas antes (basal), imediatamente após e nos momentos 24 h e 48 h após a partida. Apesar do aumento significativo da CK e LDH, e da diminuição da atividade dos neutrófilos em relação ao basal, não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos submetidos a RA e recuperação passiva.

Wigernaes et al. (2001) investigaram o efeito da RA e recuperação passiva sobre a recuperação muscular após uma sessão aguda de treinamento contínuo em voluntários treinados. A sessão de treinamento foi realizada em esteira, em uma velocidade correspondente a 83% da $\dot{V}O_{2max}$ e duração de 60 min. Imediatamente após as sessões de exercício foi realizada uma sessão de RA (15 min à 50% da $\dot{V}O_{2max}$) ou recuperação passiva (15 min em repouso). Amostras sanguíneas foram coletadas antes (basal) e após a sessão de exercício contínuo. Dentre outros resultados, esses autores verificaram uma minimização na queda do número de células brancas no sangue no grupo submetido à RA, que pode representar um possível atraso na ativação dessas células após a sobrecarga imposta pelo exercício contínuo. Além disso, esses resultados podem indicar uma possível diminuição do tempo ao qual os voluntários permanecem susceptíveis a infecções.

Recentemente, Peake et al. (2017) compararam o efeito da RA e da IAF sobre a concentração sanguínea de IL-6, IL-10, IL-1ra e infiltração de células imunológicas após uma sessão aguda de exercício resistido. Imediatamente após a sessão de exercício resistido (45 min de exercícios para membros inferiores) foi realizada uma sessão de IAF (10 min a 10° C) ou RA (10 min na carga mais confortável). Além disso, amostras de sangue venoso e tecido muscular foram coletadas antes (basal) e após as sessões de exercício. Esses autores verificaram um aumento significativo da concentração sanguínea de IL-6 e infiltração de células imunológicas após as sessões de exercício. No entanto, não foram verificadas diferenças significativas entre a RA e a IAF.

Portanto, apesar de poucas evidências, o protocolo de RA proposto por Wigernaes et al. (2001) apresentou resultados benéficos sobre os parâmetros imunológicos. No entanto, mais

estudos são necessários para verificar o real efeito da RA sobre a inflamação muscular, tendo em vista variáveis como as citocinas e marcadores de lesão muscular.

2.2.2. Imersão em água fria - IAF

A IAF também é um método tradicionalmente utilizado no âmbito esportivo na tentativa de acelerar a recuperação muscular após sessões de treinamento ou competições. O procedimento envolve a imersão total ou parcial do corpo em água fria ($\leq 20^{\circ}\text{C}$) (VERSEY; HALSON; DAWSON, 2013) durante um período que pode variar entre 1 e 20 min (PEIFFER et al., 2009). Dentre os possíveis benefícios causados pela IAF estão a diminuição do processo inflamatório, de marcadores de lesão muscular e da percepção de dor muscular (WHITE et al., 2014).

O mecanismo associado a recuperação após sessões de IAF não são bem descritos na literatura. No entanto, sabe-se que a diminuição da temperatura local leva a diminuição do fluxo sanguíneo no músculo e membros (MAWHINNEY et al., 2013), que pode levar a diminuição da atividade metabólica local e na saturação de oxigênio (IHSAN et al., 2013). Essas respostas são associadas principalmente a vaso constrição local mediada principalmente pela endotelina-1 (MANGIAFICO et al., 1996). Dessa forma, sugere-se que a vaso constrição local pode diminuir o fluxo de sangue no músculo ativo durante ou após exercício físico e dificultar a infiltração de células inflamatórias no tecido lesionado e, conseqüentemente, diminuir as concentrações de marcadores inflamatórios no sangue (LEE et al., 2005).

Brophy-Williams et al. (2011) compararam o efeito da IAF realizada imediatamente após e horas após a sessão de exercício sobre a percepção de dor e recuperação, concentração sanguínea de proteína C reativa e *performance* em teste de Yo-Yo. Para isso, os participantes foram divididos em 3 grupos e submetidos a 3 séries de corrida a 90% da $\dot{V}O_{2\max}$ com intervalos de 1 min entre cada esforço. Após a sessão de exercício cada grupo foi submetido a uma intervenção: IAF imediatamente após, IAF 3 h depois e recuperação passiva (grupo controle). Esses autores concluíram que a IAF foi mais eficiente quando realizada imediatamente após a sessão de exercício, tendo em vista os resultados do teste de Yo-Yo e a concentração sanguínea de proteína C reativa 24 h após a sessão de exercício.

White et al. (2014) investigaram o efeito de diferentes temperaturas e duração de IAF nas respostas inflamatórias e no desempenho em saltos após uma sessão de treinamento para indução a lesão muscular. Os participantes realizaram 12 *sprints* de 120 m em pista e, em seguida, divididos em 4 grupos, ao quais foram submetidos a 4 diferentes protocolos de IAF (10 min $\times$ 20°C , 30 min $\times$ 20°C , 10 min $\times$ 10°C e 30 min $\times$ 10°C). Não foi verificado nenhum efeito dos protocolos de IAF sobre as concentrações sanguíneas de IL-6, IL-8 e mieloperoxidase

e no desempenho em salto vertical. No entanto, a IAF com duração de 10 min e temperatura de 10° C influenciou no ciclo alongamento-encurtamento durante os saltos verticais.

Vieira et al. (2016) também compararam o efeito de diferentes temperaturas de IAF sobre a concentração sanguínea de CK, percepção de dor, força de extensão isométrica do joelho e saltos verticais. Os participantes foram submetidos a 5 séries de 20 repetições de salto vertical com intervalos de 2 minutos entre cada série. Imediatamente após a sessão de exercício, os participantes foram divididos em 3 grupos, aos quais foram submetidos a IAF com temperatura de 5° e 15° C, além de um grupo controle. Esses autores não verificaram nenhuma diferença significativa entre grupos quando comparada a concentração sanguínea de CK, percepção de dor, força de extensão isométrica do joelho e saltos verticais no momentos 24, 48, 72, 96 e 168 h. No entanto, os autores sugerem que todos os parâmetro avaliados retornaram mais rapidamente aos valores basais nos grupos submetidos à IAF, embora não haja diferença entre os grupos.

Recentemente, Hohenauer et al. (2015) em uma revisão sistemática com meta-análise, compararam o efeito de diferentes categorias de crioterapia (imersão em água fria e bolsa de gelo, por exemplo) sobre a recuperação, tendo em vista parâmetros de percepção de dor (momentos 24, 48 h), percepção subjetiva de esforço (PSE) (momentos 24, 48 h) e concentração sanguínea de lactato, CK, proteína C reativa e IL-6 (momento 24 h). Esses autores concluíram que as diferentes categorias de crioterapia são eficiente para diminuir a percepção de dor e a PSE. Além disso, esse efeito das modalidades de crioterapia parecem ocorrer, principalmente, na temperatura de $\approx 10^\circ \text{C}$ e duração de ≈ 13 min. No entanto, esse mesmo efeito não foi verificado nos marcadores sanguíneos analisados (lactato, CK, proteína C reativa e IL-6), para os quais a crioterapia não foi diferente da recuperação passiva.

Corroborando com esses achados, Machado et al. (2016) em uma revisão sistemática com meta-análise compararam o efeito da IAF em diferentes configurações (tempo e temperatura) sobre a percepção de dor. Esses autores também concluíram que a IAF parece ser um método eficiente para diminuição da percepção de dor. Além disso, apontam uma possível relação dose-resposta da duração e temperatura do tratamento realizado. Dessa forma, os autores sugerem a aplicação da IAF com duração de 11-15 min e 11-15° C de temperatura.

Tendo em vista os estudos citados anteriormente, sugere-se a realização da IAF com duração de ≈ 10 min e temperatura de $\approx 10^\circ \text{C}$. Além disso, a IAF deve ser realizada imediatamente após a sessão de exercício.

Portanto, apesar dos efeitos benéficos da IAF para a percepção de dor (MACHADO et al., 2016; HOHENAUER et al., 2015), ainda não são claros os efeitos dessa intervenção sobre

as concentrações sanguíneas de TNF α , IL-10, CK e LDH e desempenho (HOHENAUER et al., 2015). Além disso, recentemente, alguns estudo têm reportado a maior eficiência da TFBM sobre a recuperação muscular em comparação com categorias de crioterapia (DE MARCHI et al., 2017; PAIVA et al., 2016), no entanto, a comparação com a IAF dentro dos parâmetros sugeridos na literatura ainda não foi realizada.

2.2.3. Terapia de fotobiomodulação

A terapia com luz é uma das modalidades terapêuticas mais antigas para o tratamento de doenças. Seus benefícios são conhecidos há milhares de anos por civilizações do Egito, Índia e China que usavam a luz solar para o tratamento de pacientes (ROELANDTS, 2005). O responsável pelo ressurgimento desse método terapêutico foi Niels Ryberg Finsen que, baseando-se nos achados dos pesquisadores Downes e Blunt, realizou com sucesso o tratamento de tuberculose luposa com luzes artificiais (ROELANDTS, 2005).

No entanto, a primeira publicação sobre os efeitos da irradiação de luz artificial em seres vivos ocorreu somente em 1967 por Endre Mester (MESTER et al., 1967). Alguns anos após a invenção do primeiro Laser, Mester et al. (1967) investigaram se a irradiação desse equipamento era capaz de gerar câncer em modelos animais e tiveram um resultado inesperado. Para surpresa dos pesquisadores, os animais submetidos a irradiação com Laser não desenvolveram câncer e, além disso, tiveram um rápido crescimento do pelo que havia sido retirado durante as intervenções. Os autores chamaram esse fenômeno de bioestimulação com laser.

Desde então, muitos pesquisadores somaram esforços para entender melhor os efeitos da irradiação com luz sobre o tecido biológico (ALBUQUERQUE-PONTES et al., 2015; HAYWORTH et al., 2010). Ao longo desse período, diferentes terminologias foram utilizadas para nomear a irradiação com luz no tecido biológico, tal como “Terapia com laser de baixa intensidade” (*Low-Level Laser Therapy* – LLLT), “Terapia com luz de baixa intensidade” (*Low-Level Light Therapy* – LLLT), “Laser terapia” (*Laser therapy* – LT), e recentemente com o desenvolvimento do LED é comum a utilização do termo “LED terapia” (*LED therapy* – LEDT) (ANDERS; LANZAFAME; ARANY, 2015).

Tendo isso em vista, em 2014 a Associação Norte Americana de terapia por luz juntamente com a Associação Mundial de Terapia por Laser realizaram uma conferência com objetivo diferenciar esse tipo de intervenção das demais fototerapias e chegar a um consenso em relação a nomenclatura mais adequada. A decisão da reunião foi publicada posteriormente por Anders, Lanza fame e Arany (2015), e desde então o termo terapia de fotobiomodulação

(TFBM) é o termo reconhecido por essas instituições. A TFBM pode ser conceituada como uma forma de terapia que utiliza formas não ionizantes de fontes de luz, incluindo LED e Laser, no espectro visível e infravermelho. É um processo não térmico que envolve cromóforos endógenos que desencadeiam eventos fotofísicos e fotoquímicos em várias escalas biológicas (ANDERS; LANZAFAME; ARANY, 2015).

2.2.3.1. Mecanismos associados à terapia de fotobiomodulação

Segundo a primeira lei da fotoquímica, a luz só pode promover alterações fotoquímicas se a radiação for absorvida pela estrutura irradiada (Lei de Grotthus-Draper) (HUANG et al., 2009). No tecido biológico essas estruturas são chamadas de cromóforos ou fotorreceptores. Os cromóforos são quaisquer tipos de moléculas ou partes de moléculas que apresentam uma configuração atômica capaz de ser excitada pela irradiação de fótons, essas moléculas são encontradas basicamente em duas formas: sistemas conjugados π ou complexos metálicos. Entre os principais cromóforos do corpo humano destacam-se a hemoglobina, Cox, mioglobina, flavinas, flavoproteínas e porfirinas (FARIVAR; MALEKSHAHABI; SHIARI, 2014; HUANG et al., 2009; BAROLET, 2008).

Tem sido sugerido que a TFBM pode causar o aumento da ressíntese de ATP por meio da ativação do Cox, também chamado de complexo IV (ALBUQUERQUE-PONTES et al., 2015; FARIVAR; MALEKSHAHABI; SHIARI, 2014). A interação da luz com o Cox desencadeia um aumento no fluxo de elétrons no espaço Inter membranoso (cadeia de transporte de elétrons), aumentando a quantidade de íons de H^+ bombeados e, consequentemente, a disponibilidade de ATP para realizar as atividades celulares. Além disso, apesar de poucas evidências, tem sido sugerido que a TFBM pode gerar um aumento da atividade enzimática nos outros complexos da cadeia de transporte de elétrons (complexo I, II e III) (SILVEIRA et al., 2009).

Outro mecanismo associado aos efeitos da TFBM no tecido está relacionado a interação das espécies reativas de oxigênio (ROS) e nitrogênio (RNS) com o Cox. As ROS (superóxido - O_2^* , por exemplo) e RNS (NO^* , por exemplo) são produzidas na mitocôndria pela atividade do complexo NADPH oxidase, fosfolipase A2 e xantina oxidase, e tem um efeito deletério sobre a fibra muscular e a atividade contrátil (WESTERBLAD et al., 2011). Durante situações estressantes ou hipóxia (exercício, por exemplo), o NO^* produzido na mitocôndria pode competir com oxigênio na interação com o Cox, impedindo o correto funcionamento desse complexo. Nesse contexto, existem hipóteses de que a TFBM poderia contribuir para a dissociação desse radical livre dos hemes de ferro e cobre do Cox (fotodissociação), resultando em um

aumento da ressíntese de ATP (FERRARESI et al., 2012; HUANG et al., 2009; BAROLET, 2008).

Além disso, tem sido sugerido que o $O_2^{\bullet}$ produzido na mitocôndria pode ser rapidamente reduzido a peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que por sua vez pode resultar na formação de radicais hidroxila através da interação com íons de ferro (FERRARESI et al., 2012). Os radicais hidroxila são extremamente deletérios para as células, e podem causar danos em proteínas, DNA e na membrana celular. Sugere-se que a TFBM pode diminuir a dismutação de $O_2^{\bullet}$ para H_2O_2 , diminuir a formação de radicais hidroxila e, portanto, atenuar a lesão celular causada pela exposição a esse radical (POWER; JACKSON, 2008).

Apesar alguns desses mecanismos serem reportados na literatura, ainda não existe um consenso em relação a todos eles. Além disso, alguns desses mecanismos são simplesmente hipóteses com base em estudos prévios (HUANG et al., 2009; BAROLET, 2008). Por outro lado, é consenso que um dos principais aspectos que podem influenciar nos mecanismos da TFBM e, conseqüentemente, no seu efeito, são as doses e parâmetros de aplicação. No entanto, ainda existem muitas lacunas em relação a esses aspectos, principalmente, em relação as doses.

2.2.3.2. Doses e parâmetros de aplicação

Assim como qualquer medicamento, os efeitos da TFBM são modulados pelo tempo de intervenção (dose) e os parâmetros de aplicação (configuração do medicamento) (HUANG et al., 2009). A dose durante uma sessão de TFBM são expressas principalmente como energia (J) ou densidade de energia (J/cm^2), quando relativizada pela área de aplicação. Apesar da sua importância, existe uma grande dificuldade em definir qual é a melhor dose para cada situação. No entanto, alguns estudos têm sugerido valores que podem auxiliando nessa escolha (AVER VANIN et al., 2016; ALBUQUERQUE-PONTES et al., 2015; ALMEIDA et al., 2011).

Aver Vanin et al. (2016) compararam os efeitos de diferentes doses de TFBM (10, 30, ou 50 J, 200mW e 810 nm) sobre a concentração sanguínea de CK e IL-6, percepção de dor e contração voluntária máxima. Os participantes foram submetidos a um protocolo de indução a lesão (contrações excêntricas). Além disso, todos os parâmetro foram avaliados antes, imediatamente e nos momentos 1, 24, 48, 72 e 96 h após o protocolo de indução a lesão. Tendo em vista os efeitos benéficos em todos os parâmetros, esses autores concluíram que a melhor dose foi a de 50 J.

Albuquerque-Pontes et al. (2015) também compararam o efeito TFBM sobre a atividade do Cox, utilizando diferentes doses (1, 3 e 10 J), comprimentos de onda (660, 830, e 905 nm) e tempos de aplicação (5 min à 24 h) em modelo animal. Esses autores verificaram uma maior

atividade da Cox nas doses de 1 J (comprimentos de onda: 660 e 905 nm) e 3 J (comprimento de onda: 830 nm), ao qual a atividade da Cox permaneceu aumentada por aproximadamente 24 h. No mesmo sentido, Almeida et al. (2011) investigaram o efeito de diferentes doses de TFBM (0,1, 0,3, 1,0 e 3,0 J) sobre a concentração de CK, expressão de RNA mensageiro de ciclooxigenase nas isoformas 1 e 2 (COX-1 e COX-2) e na *performance* após uma sessão de contração tetânica induzida. Esses autores verificaram que a dose de 1 J foi suficiente para modular as respostas de COX-1 e COX-2, diminuir a concentração de CK e melhorar a *performance* em contrações musculares em ratos.

Apesar desses resultados, mais estudos são necessários para identificar as doses mais eficazes e assim potencializar os efeitos da TFBM. Uma vez que, doses muito baixas podem não exercer nenhum efeito sobre o tecido biológico e, por outro lado, doses muito altas podem inibir as respostas celulares (SOMMER et al., 2001).

Tendo em vista que a energia é o produto entre potência de saída e o tempo, mesmo com doses matematicamente iguais, a modulação dessas variáveis podem gerar respostas diferentes no tecido biológico (HUANG et al., 2009). Portanto, os parâmetros de aplicação, ou “configuração do medicamento”, também são de suma importância para atingir os resultados esperados durante a TFBM (HUANG et al., 2009).

Entre os principais parâmetros de aplicação estão a intensidade (potência de saída) que expressa a quantidade de energia emitida por unidade de tempo, e o comprimento de onda (HUNG et al., 2009). Na TFBM são utilizados com mais frequência comprimentos de onda entre ≈ 400 e 1200 nm, sendo essa faixa de espectro caracterizada pela emissão de luz nas cores azul (≈ 400 -470 nm), verde (≈ 470 -550 nm) e vermelha (≈ 630 -700 nm). Comprimentos de onda acima de ≈ 700 nm até 1200 nm não são visíveis ao olho humano e são chamados de espectro infravermelho, pois possuem uma frequência (Hz) menor que o espectro vermelho (inversamente proporcional ao comprimento de onda) (BAROLET, 2008). A principal diferença entre os comprimentos de onda é a sua capacidade de penetração no tecido, que é limitada pela absorvância (A) do material/substância irradiada, tendo em vista a lei de Lambert-Beer (Equação 1) (BAROLET, 2008).

$$\text{Equação 1: } A = \varepsilon lc$$

Onde, c representa a concentração molar da substância em solução, l a distância percorrida pela feixe de luz através da solução e ε o coeficiente de absorção molar da substância analisada. Na Figura 2 são apresentadas as profundidades da penetração da luz no tecido biológico por meio de diferentes comprimentos de onda.

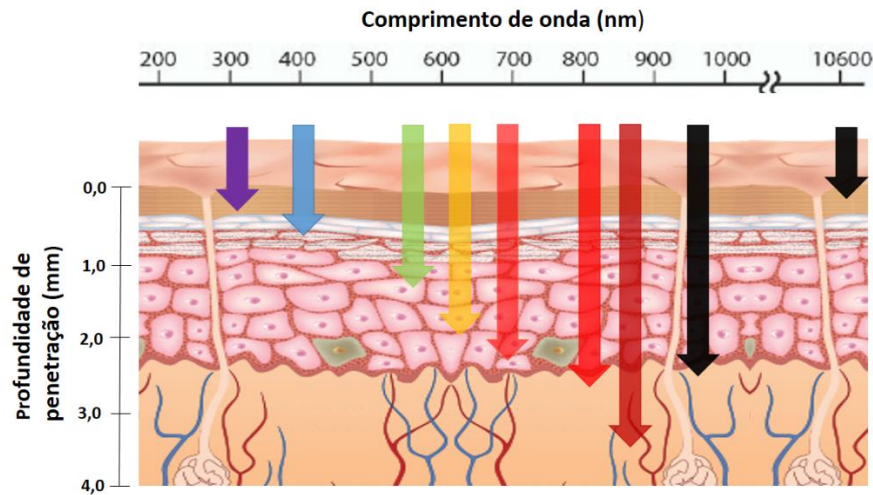


Figura 2. Profundidade da penetração da luz no tecido biológico por meio de diferentes comprimentos de onda, adaptado de Huang et al. (2009).

No caso do tecido humano, a menor ou maior penetração da luz irradiada é limitada principalmente pela absorbância da água, melanina, hemoglobina, hemoglobina ligada ao oxigênio e lipídeos presentes no tecido. No entanto, a relação comprimento de onda/absorbância não ocorre de forma linear e, portanto, existe uma faixa ótima para uma maior penetração chamada “janela óptica” ($\approx 650\text{-}1200\text{ nm}$) (HUANG et al., 2009; BAROLET, 2008). Na Figura 3 são apresentadas as absorbâncias da água, hemoglobina, hemoglobina + O_2 e melanina em diferentes comprimentos de onda.

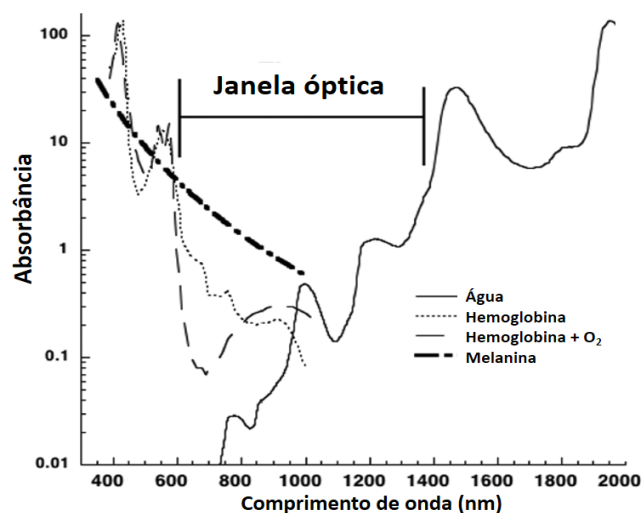


Figura 3. Absorbância da água, hemoglobina, hemoglobina + O_2 e melanina sobre diferentes comprimentos de onda, adaptado de Huang et al. (2009).

2.2.3.3. Principais efeitos da TFBM

Recentemente, vários estudos têm reportado os efeitos benéficos da TFBM sobre parâmetros que sugerem possíveis melhoras na recuperação muscular como, por exemplo, a diminuição da inflamação (CAMARGO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2011), atenuação na perda do desempenho após sessões intensas de exercício (BORGES et al., 2014), diminuição da concentração sanguínea de CK (CAMARGO et al., 2012; LEAL JUNIOR et al., 2009) e diminuição da percepção de dor (BORGES et al., 2014).

Nesse sentido, Amadio et al. (2015) investigaram a influência do treinamento aeróbio (90 minutos de natação; 6 vezes por semana; durante 6 semanas) associado à TFBM (TFBM após cada sessão de treinamento) sobre a concentração de IL-6 e $TNF\alpha$ em ratos idosos. Foi observado que a TFBM associada ao treinamento aeróbio diminuiu a produção de citocinas pró-inflamatórias, no entanto, quando não associada ao exercício a TFBM não parece gerar nenhum efeito. Estudos semelhantes com modelo animal (CAMARGO et al., 2012; ALMEIDA et al., 2011), também observaram a diminuição da inflamação (expressão de RNA mensageiro de COX-1 e COX-2; infiltração leucocitária e necrose muscular) após sessões de exercício associado a TFBM, sugerindo o efeito anti-inflamatório da TFBM.

No mesmo sentido, Zagatto et al. (2016) investigaram o efeito da TFBM associada ao treinamento sobre a concentração sanguínea de IL-10, IL-1 β , $TNF\alpha$, CK, LDH em jovens jogadores de polo aquático. Sessões de TFBM ou placebo foram realizadas após cada sessão de treinamento (5 sessões). Além disso, antes (basal) e todos os dias antes das sessões de treinamento foram realizados testes de salto sob a trave (máximo de saltos em 30 s). Provas de 200 m também foram realizadas antes (basal) e dois dias após a última sessão de treinamento. Amostras de sangue venoso foram coletadas antes (basal), imediatamente após e nos momentos 24 e 48 h após a última sessão de treinamento. Esses autores não verificaram nenhuma diferença significativa entre os parâmetros avaliados. No entanto, por meio da análise da magnitude do efeito foram verificados efeitos pequenos à moderados da TFBM sobre a concentração sanguínea de IL-10, IL-1 β , CK, LDH e um efeito moderado sobre o desempenho em salto sob a trave.

Por outro lado, alguns estudos têm investigado o efeito da TFBM sobre a concentração sanguínea de CK, na percepção de dor e no desempenho. Nesse contexto, Ferraresi et al. (2015a) investigaram o efeito da TFBM com diferentes tempos de aplicação sobre a concentração sanguínea de CK após partidas oficiais de voleibol. A TFBM foi realizada antes de cada partida e os tempos de aplicação por ponto foram de 20, 30 (placebo), 40 e 60 s. Além disso, amostras de sangue capilarizado foram coletadas antes (basal) e 24 h após as partidas. Esses autores verificaram um aumento significativo da concentração sanguínea de CK no momento 24

h no grupo placebo e no grupo submetido à irradiação de 20 s. Portanto, esses autores concluíram que a TFBM foi eficiente para prevenção do aumento da CK, destacando o possível efeito protetor do método.

Corroborando esses achados, Felismino et al. (2014) investigaram o efeito da TFBM sobre a concentração sanguínea de CK e desempenho após uma sessão de exercício resistido. Os participantes realizaram uma sessão de indução a lesão constituída por 10 séries de 10 repetições com uma carga relativa a 50% de 1RM, seguida de uma sessão de TFBM. Além disso, amostras de sangue venoso e testes de 1RM foram realizadas antes (basal), imediatamente após e nos momentos 24, 48 e 72 h após a sessão de indução à lesão. Esses autores verificaram uma diminuição significativa da concentração sanguínea de CK por meio da TFBM no momento 72 h.

Dos Reis et al. (2014) compararam o efeito da aplicação da TFBM antes e após sessões de exercício sobre a concentração sanguínea de CK. Os voluntários realizaram sessões de extensão de joelho até a exaustão com uma carga relativa a 75% de 1RM. As sessões de TFBM foram realizadas antes e após (TFBM ou placebo) as sessões de indução a lesão. Coletas de sangue venoso foram realizadas antes (basal) e 5 min após a sessão de indução a lesão. Esses autores verificaram uma diminuição significativa da concentração sanguínea de CK no grupo submetido à TFBM após, em comparação com o grupo placebo e TFBM antes da sessão de indução a lesão.

Borges et al. (2014) investigaram o efeito da TFBM sobre a percepção de dor e desempenho. Nesse estudo, os participantes foram submetidos uma sessão de indução a lesão (30 contrações excêntricas com uma carga de 100% da força de contração voluntária isométrica máxima do cotovelo). Imediatamente após as sessões de indução a lesão foram realizadas as sessões de TFBM ou placebo. A percepção de dor, força da contração isométrica e a amplitude do movimento do cotovelo foram avaliadas antes (basal) e nos momentos 24, 48, 72 e 96 h após a sessão de indução a lesão. Foram verificadas diminuições significativas da percepção de dor no grupo submetido à TFBM em relação ao placebo nos momentos 48, 72 e 96 h. Além disso, foram verificadas diminuições da perda de força da contração isométrica (todos os momentos) e na amplitude do movimento do cotovelo (momentos 48 e 72 h) no grupo submetido à TFBM em relação ao placebo.

No entanto, recentemente, Nampo et al. (2016) em uma revisão sistemática com meta-análise, investigaram o efeito da TFBM sobre a percepção de dor nos momentos 24, 48, 72 e 96 h após sessões de indução a lesão muscular. Com base na comparação de *Forest plot*, os autores concluíram que a TFBM parece não ter efeito sobre a percepção de dor. No entanto,

conclusões definitivas são limitadas, por existir uma quantidade pequena de estudos investigando o efeito da TFBM sobre a percepção de dor.

Recentemente, alguns estudos têm reportado a comparação do efeito da TFBM e protocolos de crioterapia sobre a recuperação muscular. De Marchi et al. (2017) compararam o efeito da TFBM com a crioterapia, além de combinações entre os métodos (TFBM + crioterapia e crioterapia + TFBM), sobre a força de contração voluntária máxima, a percepção de dor e a concentração sanguínea de CK. Nesse estudo os voluntários foram submetidos a 5 séries de 10 repetições de flexão e extensão do cotovelo com 30 s de intervalo entre cada série para indução a lesão muscular. A força da contração voluntária máxima, a percepção de dor e a concentração sanguínea de CK foram mensuradas antes, imediatamente após e nos momentos 1, 24, 48 e 72 h após a sessão de indução a lesão. Esses autores verificaram que a TFBM foi mais eficiente que a crioterapia em todos os parâmetros avaliados, exceto quanto a crioterapia foi associada a TFBM.

Corroborando esses achados, Paiva et al. (2016), em um estudo muito semelhante, compararam o efeito da TFBM com a crioterapia e as combinações desses dois protocolos. Assim como no estudo de De Marchi et al. (2017), a TFBM e a crioterapia associada a TFBM foram mais eficientes para diminuir a percepção de dor, a concentração sanguínea de CK e a perda de força da contração voluntária máxima. No entanto, cabe ressaltar que em ambos os estudos (DE MARCHI et al., 2017; PAIVA et al., 2016) os autores não tiveram controle e correção da temperatura durante os procedimentos que foram realizados com bolsas térmicas.

Apesar desses achados, o uso da TFBM no esporte ainda é muito recente, principalmente por meio do LED. Poucos estudos investigaram o efeito da TFBM sobre a percepção de dor, desempenho e a recuperação muscular em humanos, por meio, principalmente, da concentração sanguínea de IL-10, TNF α , CK e LDH. Além disso, apesar de alguns estudos já terem realizado comparações da TFBM com categorias de crioterapia, ainda não está claro se a TFBM é mais eficiente que a IAF para promover a recuperação muscular, haja vista as limitações dos protocolos utilizados. Por outro lado, nenhum estudo incluiu nessa comparação a RA, um dos métodos de recuperação mais utilizados no âmbito esportivo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos gerais

Verificar se a aplicação da TFBM é benéfica na recuperação muscular e em marcadores de inflamação após sessões de treinamento intervalado de *sprints* em ciclo ergômetro.

3.2. Objetivos específicos

Para responder o objetivo geral, o respectivo projeto foi dividido em dois estudos, que possuem especificamente como propósito:

- 1) Estudo 1: Avaliar se a aplicação aguda da TFBM após sessões de SIT é capaz de atenuar o processo pró-inflamatório (aumento de IL-10 e redução de $\text{TNF}\alpha$), marcadores de lesão muscular (CK e LDH) e percepção de dor muscular, assim como minimizar a queda de desempenho em salto vertical contra movimento.
- 2) Estudo 2: Comparar a aplicação da TFBM com a RA e IAF após sessões de SIT, tendo em vista respostas inflamatórias (idem marcadores do estudo 1), marcadores de lesão muscular (idem marcadores do estudo 1), desempenho em salto vertical contra movimento e percepção de dor muscular.

4. HIPÓTESE

Vários trabalhos na literatura, principalmente em estudos com animais, têm apontado que TFBM parece ser um método eficiente para diminuir a resposta de marcadores associados à lesão tecidual após o exercício (ZAGATTO et al., 2016; AMADIO et al., 2015; FELISMINO et al., 2014) e pode melhorar o desempenho (DE MARCHI et al., 2017; PAIVA et al., 2016). Baseados nesses achados, a hipótese formulada é que a TFBM resultará em diminuição da concentração de marcadores inflamatórios e marcadores bioquímicos de lesão muscular. Além disso, também se espera que a TFBM resulte em diminuição na percepção de dor e que atenuar a queda de desempenho no salto vertical, prejudicado pelas sessões de SIT.

Ainda, para a comparação entre os diferentes modos de recuperação, a hipótese é que a TFBM será melhor que os demais métodos para diminuir a concentração de marcadores inflamatórios, marcadores bioquímicos de lesão muscular, percepção de dor e também em atenuar a queda de desempenho no salto vertical, formulada principalmente baseada nos achados em que a RA e a IAF muitas vezes não tem nenhum efeito sobre a recuperação muscular (VIEIRA et al., 2016; WHITE et al., 2014; ZUZUKI et al., 2003).

5. METODOLOGIA

5.1. Participantes

O presente projeto teve uma amostra inicial de 44 homens saudáveis, no entanto, 8 não concluíram os procedimentos por motivos de lesão e intolerância ao exercício. Portanto, participaram dos estudos 36 voluntários do sexo masculino, saudáveis e classificados como sedentários, de acordo com a descrição de De Pauw et al. (2013) para ciclistas. Esse nível de aptidão física foi escolhido tendo em vista o maior nível de lesão causado pelo SIT em pessoas não treinadas, o que resulta em uma maior respostas inflamatória (ANTOSIEWICZ et al., 2013). Dos participantes selecionados, 12 fizeram parte do estudo 1 e 36 do estudo 2 (3 grupos de 12 voluntários).

O tamanho amostral mínimo de 10 voluntários foi calculado utilizando o programa G*Power 3.1 (Franz Faul, Düsseldorf, Alemanha) para obtenção de um poder estatístico de 90%. Para isso, foi utilizado como base o estudo de Amadio et al. (2015) tendo como referência os dados de variáveis inflamatórias.

Antes de iniciarem as avaliações, todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO I) sendo informados dos procedimentos e dos possíveis riscos dos procedimentos. Todos os procedimentos experimentais do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (parecer nº 1.139.070/2015) (ANEXO II) e foram conduzidos respeitando a Declaração de Helsinki.

5.2. Critérios de inclusão e exclusão

Participaram dos estudos voluntários sem histórico de lesão nos músculos, tendão ou em qualquer tecido conjuntivo nos últimos 12 meses. Além disso, os voluntários não poderiam estar utilizando medicamentos anti-inflamatórios, suplemento alimentar ou qualquer outro tipo de medicamento nas últimas duas semanas antes do início dos estudos. Ainda, foram incluídos apenas indivíduos que não estavam engajados em treinamento físico regular, principalmente para uma otimização do efeito do SIT sobre as respostas inflamatórias. É sabido que pessoas treinadas possuem rápida resposta de citocinas anti-inflamatórias, não resultando em aumento de IL-10 e TNF α .

Foram excluídos do estudo voluntários que fizeram uso de recursos ergogênicos (caféina, por exemplo), drogas farmacológicas (anti-inflamatórios, por exemplo) e álcool durante o período das avaliações. Além disso, foram excluídos os participantes que faltaram repetidamente e que se lesionaram durante as avaliações.

5.3. Procedimentos experimentais

Todos os exercícios foram realizados em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética *Excalibur Sport* (Lode, Holanda). Antes de todas as sessões de exercício foram realizados aquecimentos de 5 minutos. A composição corporal (percentual de gordura e massa magra isenta de gordura) foi mensurada por meio de densitometria Raio-X de dupla energia (DEXA) utilizando o equipamento *Discovery* (Hologic, EUA). Durante o escaneamento, os voluntários foram orientados a não se moverem (FERNANDES et al., 2011). Além disso, a estatura e a massa corporal também foram mensuradas por meio de uma fita métrica e uma balança, respectivamente. Esses procedimentos foram realizados para caracterizar a amostra e relativizar os dados de consumo de oxigênio também pela massa magra isenta de gordura de membro inferior (WEBER; SCHNEIDER, 2000).

As respostas respiratórias foram monitoradas durante todas as sessões de exercício, respiração a respiração, por meio de um analisador de gases estacionário *Quark CPET* (Cosmed, Itália), que foi calibrado antes dos testes, seguindo as normas do fabricante. Todos os dados obtidos foram filtrados a cada 5 s e interpolados a cada 1 s utilizando o programa *OriginPro 8.0* (OriginLab Corporation, EUA) (OZYENER et al., 2001). A frequência cardíaca (FC) foi monitorada por meio de uma fita transmissora acoplada ao analisador de gases.

Amostras de sangue (25 µL) foram coletados do lóbulo da orelha por meio de capilares heparinizados para posterior determinação da concentração de lactato e glicose sanguínea. As amostras de sangue foram armazenadas em microtubos contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1% e analisadas em um analisador eletroquímico *YSI 2300 STAT* (*Yellow Spring Instruments*, Ohio, EUA) para a determinação das concentrações de lactato e glicose.

Coletas de sangue venoso também foram realizadas por meio de punção da veia antecubital (aproximadamente 5 mL) para análise dos marcadores de inflamação e lesão tecidual. Após as coletas, as amostras de sangue foram depositadas imediatamente em tubos contendo EDTA e ativador de coágulo (*Vacutainer*, Inglaterra), pipetadas em microtubos de 2,0 mL e centrifugadas a 4000 rpm, durante 10 min a 4° C para separação do soro e do plasma. Em seguida, o plasma e o soro foram aliquotados novamente em microtubos de 2,0 ml e armazenados a -20° C para posterior análise (descrição no item 5.9).

5.4. Desenho experimental

5.4.1. Estudo 1

O estudo 1 foi caracterizado como estudo cruzado, randomizado, duplo cego e placebo controlado.

Os voluntários foram randomicamente divididos em dois grupos, sendo esses caracterizados como grupo experimental e grupo controle. Para o cegamento dos participantes, os tratamentos foram realizados com o LED em modo ativo e em modo inativo/placebo (PLA), que foram descritos como grupo TFBM (G_{TFBM}) e grupo PLA (G_{PLA}), respectivamente. Durante as sessões de TFBM, os voluntários estavam devidamente vendados e com fones de ouvido (música padronizada) para que a luz e os sinais sonoros emitidos pelo aparelho não fossem percebidos pelo voluntário. Além disso, para o cegamento do avaliador, todos esses procedimentos foram realizados por uma pessoa não envolvida diretamente no estudo (DENIS; O'BRIEN; DELAHUNT, 2013).

Uma hora antes de todos os testes foi oferecido um café da manhã aos participantes (descrito no item 5.5). Primeiramente, foram realizadas avaliações antropométricas e um teste incremental máximo para determinação do consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2pico}$) e da menor intensidade associada ao $\dot{V}O_{2pico}$ ($i\dot{V}O_{2pico}$) (descrito no item 5.6). Posteriormente, na segunda e terceira visitas (dias consecutivos), os voluntários foram submetidos a duas sessões de SIT (descrito no item 5.7). Imediatamente após a segunda sessão foi realizada a TFBM ou PLA (descrito no item 5.8.1). Sete dias após a terceira visita (ALVES et al., 2014), os voluntários realizaram novamente duas sessões de SIT (quarta e quinta visita), nas quais também foram realizadas uma sessão de TFBM ou PLA após a quinta visita. Amostras de sangue capilarizado foram coletadas 1 h antes do teste incremental máximo e das sessões de SIT (em jejum) para análise da concentração sanguínea de glicose. Além disso, antes de todos os testes (10 min de repouso), no terceiro minuto após cada *Wingate* e nos min 3, 5 e 7 após todas as sessões de SIT para determinação das concentrações de lactato e glicose sanguíneo. Coletas de mostras de sangue venoso foram realizadas antes da primeira sessão de SIT (Pré) e após (30 min, 1, 24, 48 e 72 h após) as intervenções (TFBM ou PLA) para a análise da concentração sanguínea de IL-10, $TNF\alpha$, CK e LDH. Além disso, antes de todos os procedimentos (Pré) e nos momentos 24, 48 e 72 h após as intervenções (TFBM ou PLA), os voluntários realizaram saltos verticais contra movimento e responderam a escala analógica de dor. Na Figura 4 é apresentado um esquema do desenho experimental do estudo 1.

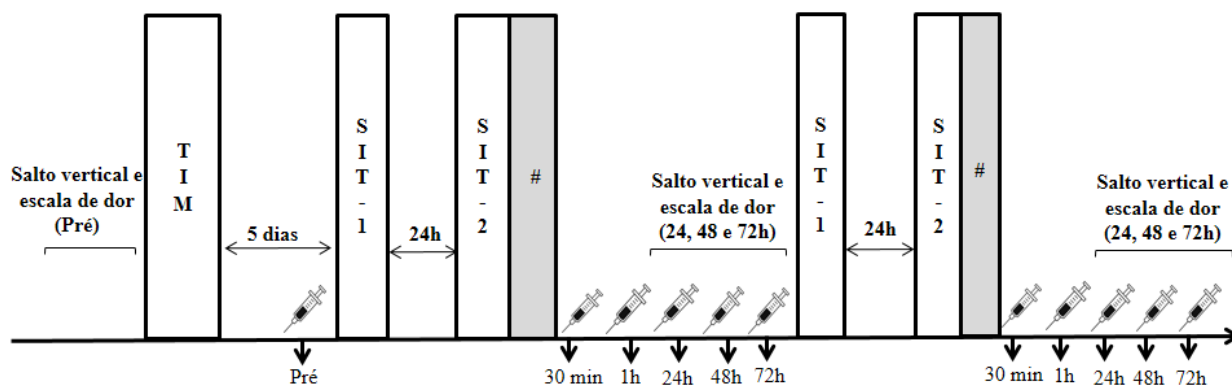


Figura 4. Desenho experimental do estudo 1.

TFBM ou PLA; TIM= Teste incremental máximo;  =Coleta de amostra sanguínea.

5.4.2. Estudo 2

Os participantes do estudo 2 foram alocados randomicamente em três grupos independentes que receberam as intervenções de TFBM, RA ou IAF, e foram descritos como grupo TFBM (G_{TFBM}), grupo RA (G_{RA}) e grupo IAF (G_{IAF}), respectivamente. Sendo que, os voluntários do G_{TFBM} foram os mesmos do estudo 1. Uma hora antes de todos os testes foi oferecido um café da manhã aos participantes (descrito no item 5.5). Todos os grupos realizaram testes antropométricos e três sessões de exercício: um teste incremental máximo (descrito no item 5.6) e, uma semana depois, duas sessões de SIT consecutivas (descrito no item 5.7). Após a última sessão de SIT (24 horas após a primeira) os grupos foram submetidos a TFBM (descrito no item 4.8.1) ou IAF (descrito no item 5.8.2) ou RA (descrito no item 5.8.3).

Amostras de sangue capilarizado do lóbulo da orelha foram coletadas 1 h antes do teste incremental máximo e das sessões de SIT (em jejum) para análise da concentração sanguínea de glicose. Além disso, antes de todos os testes (10 min de repouso), no terceiro minuto após cada *Wingate* e nos minutos 3, 5 e 7 após todas as sessões de SIT para determinação das concentrações de lactato e glicose sanguíneo. Além disso, amostras de sangue também foram realizadas por punções venosas em todos os grupos antes do primeiro SIT (Pré) e após a última sessão de SIT (30 min, 1, 24, 48 e 72 h após) para a análise da concentração sanguínea de IL-10, $TNF\alpha$, CK e LDH.

Como uma medida de desempenho após os SITs, antes de todos os procedimentos (Pré) e nos momentos 24, 48 e 72 h após as intervenções (TFBM, RA e IAF), os voluntários realizaram saltos verticais contra movimento e responderam, bem como nos mesmos momentos foi medido a percepção de dor por meio de uma escala analógica de dor. Na Figura 5 é apresentado um esquema do desenho experimental do estudo 2.

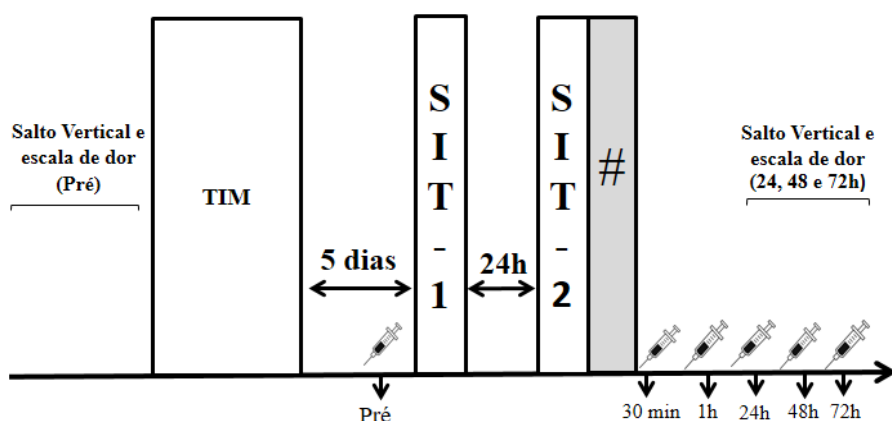


Figura 5. Desenho experimental do estudo 2.

TFBM ou RA ou IAF; TIM, teste incremental máximo;  Coleta de amostra sanguínea.

5.5. Controle dietético

Uma hora antes de todos os testes foi oferecido um café da manhã aos participantes. Para isso, o gasto calórico basal foi calculado utilizando a equação de Mifflin (MIFFLIN et al., 1990) e posteriormente esse valor foi multiplicado pelo fator atividade (pessoas sedentárias: 1,375) para determinação do gasto calórico diário (GCD). Dessa forma, foi oferecido aos participantes o percentual de calorias relativas ao café da manhã (25% do gasto energético diário).

Equação 1: $GCD = (10 \times MC) + (6,25 \times E) - (5 \times I) + 5 \times 1,375$

No qual “MC” representa a massa corporal (kg), “E” estatura (cm) e “I” idade (anos).

Os alimentos oferecidos no café da manhã foram: torradas, queijo processado UHT e iogurte. A quantidade desses alimentos foi modulada pela quantidade de caloria necessária para cada participante. A inserção do café da manhã foi realizada como um método de equalizar a resposta glicêmica, pois sem esse controle, cada participante poderia chegar ao laboratório em um estado glicêmico, e isso poderia afetar as repostas de alguns marcadores analisados no presente estudo, assim como o desempenho durante a sessão de exercício.

5.6. Teste incremental máximo

O teste incremental máximo foi realizado para determinação da $\dot{V}O_{2pico}$ e da $i\dot{V}O_{2pico}$. O teste incremental máximo foi iniciado a 75 W com incrementos de 25 W a cada estágio de 2 min até a exaustão voluntária (HOWLEY et al., 1995). A escala de Borg (6-20) foi utilizada para avaliar a percepção subjetiva de esforço (PSE) ao final de cada estágio (BORG, 1982). A

maior média de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) do final dos estágio do teste incremental máximo (últimos 30 s) foi considerada como $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, sendo que a menor intensidade de exercício ao qual o participante atingiu o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ considerada como $i\dot{V}O_{2\text{pico}}$.

5.7. Sessão de treinamento intervalado de *sprints* (SIT)

Cada sessão de SIT foi constituída de 4 testes de *Wingate* consecutivos com duração de 30 s contra uma força linear relativa a massa corporal ($0.7 \text{ Nm} \cdot \text{kg}^{-1}$) (programa *Wingate test 1.11, Lode, Holanda*) (ASTORINO; SCHUBERT, 2014; BAYATI et al., 2011; BURGOMASTER et al., 2005). A sessão de SIT foi baseada nos achados de Gibala et al. (2006). Entre cada *Wingate* foi realizado um intervalo de 4 min no qual foi permitido ao voluntário exercitar-se em baixa intensidade durante 1 minuto (75 rpm à 30% da $i\dot{V}O_{2\text{pico}}$) para minimizar os desconfortos durante o treinamento (BURGOMASTER et al., 2005). Durante o SIT os participantes foram encorajados verbalmente para garantir um esforço máximo. O cálculo do trabalho total (TT – trabalho acumulada durante o *Wingate*), potência pico (PP - maior valor obtido no teste) e potência média (PM - média dos 30 segundos de teste) foram realizados por meio do programa *Lode Ergometry Manager* (LEM) e *Lode Ergometry Manager Module Wingate Test plus*. Além disso, por meio dos resultados de TT foi possível determinar o percentual de decréscimo (%D – relação de declínio percentual entre a maior TT possível e o TT real da sessão de SIT) de cada sessão de SIT. Os sinais do cicloergômetro foram capturados em uma frequência de 50 Hz.

5.8. Métodos de terapia para recuperação

5.8.1. Terapia de fotobiomodulação - TFBM

A TFBM foi realizada por meio de um equipamento de LED (THOR-LX2, Thor Photomedicine Ltd, Inglaterra), com dois *clusters* de 104 diodos de LED vermelho e infravermelho cada (Figura 6). O protocolo de TFBM teve duração total de 2,5 min (30 s por ponto, com aplicação nas duas pernas simultaneamente). A aplicação foi realizada em duas regiões do músculo quadríceps, duas regiões do músculo bíceps femoral e uma região do músculo sóleo, ao longo do eixo de distribuição das fibras musculares, em ambas as pernas (ALVES et al., 2014; HIGASHI et al., 2013; DE MARCHI et al., 2012) (Figura 7). Os voluntários permaneceram em pé durante a irradiação nos músculos posteriores e sentados para os músculos anteriores. A intervenção foi realizada utilizando-se o método pontual com contato direto do equipamento sobre o local irradiado, em uma angulação de 90° à superfície cutânea (LEAL JUNIOR et al., 2011; LEAL JUNIOR et al., 2009a; LEAL JUNIOR et al., 2009b).

Os parâmetros técnicos e procedimentais são apresentados na Tabela 1.



Figura 6. Unidade de controle e clusters do equipamento de LED (THOR-LX2).

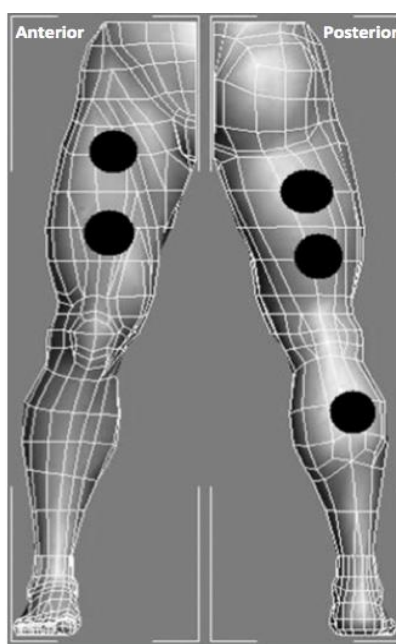


Figura 7. Pontos de aplicação do LED, adaptado de Leal Junior et al. (2011).

Tabela 1. Parâmetros para aplicação da TFBM.

Parâmetro	Especificações
Número de diodos	104 (56 diodos de 660 nm e 48 diodos de 850 nm)
Comprimento de onda	Misto, de 660 e 850 nm
Frequência	0-1500 Hz
Potência de saída (por diodo)	10 mW (660 nm) e 30 mW (850 nm)
Área do <i>cluster</i>	46,3 cm ² ; 0,2 cm ² por diodo
Densidade da potência (por diodo)	50 mW/cm ² (660 nm) e 150 mW/cm ² (850 nm)
Energia irradiada	60 J por ponto; 0,3 J (660 nm) e 0,9 (850 nm)
Densidade da energia	1,5 J/cm ² (660 nm) e 4,5 J/cm ² (850 nm)
Tempo de exposição	30 segundos por ponto
Número de pontos	5 pontos em cada perna

5.8.2. Protocolo de Imersão em água fria - IAF

A IAF foi realizada exclusivamente no estudo 2, imediatamente após a última sessão de SIT. Os indivíduos foram posicionados sentados em uma banheira de imersão contendo 200 L de água fria, com temperatura de $\approx 10^\circ \text{C}$ (ROBERTS et al., 2014; ROWSELL et al., 2009) durante 10 minutos (ROBERTS et al., 2014). A temperatura foi controlada por meio de um sistema de auto resfriamento controlado por um termostato digital (TIC17RGTi, ES Full Gauge, EUA) associado a uma serpentina com gelo. A circulação de água entre o reservatório com a serpentina e o tanque de imersão foi sempre acionado quando a temperatura da água no tanque aumentava $0,1^\circ \text{C}$. Assim, a temperatura da água foi mantida constante à $10,0 \pm 0,16^\circ \text{C}$ [mediana $\pm$ intervalo de confiança (IC)].

5.8.3. Recuperação ativa - RA

A sessão de RA foi realizada no ciclo ergômetro, imediatamente após a última sessão de SIT, com duração de 15 min e intensidade correspondente a 50% da $\dot{V}\text{O}_{2\text{pico}}$ (WIGERNAES et al., 2001; WIGERNAES et al., 2000). Durante a sessão de RA foi mantida uma cadência de 75 rpm.

5.9. Análise das variáveis inflamatórias e marcadores de lesão muscular

As concentrações séricas de IL-10 e TNF α nos momentos nos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h foram mensuradas por meio de ensaio imunossorvente ligado a enzima (*enzyme-linked immunoabsorbent assay* - ELISA) e kits comerciais (Affymetrix, eBioscience, CA, San Diego, EUA; Lot: IL-10 4295480; TNF α 4298657), respeitando as normas do fabricante. As leituras das amostras foram realizadas em leitor de ELISA (SpectraMax 384, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, EUA), utilizando filtros específicos para cada análise.

Por outro lado, a concentração sérica de CK e LDH nos momentos nos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h foram avaliadas através de um método cinético utilizando um analisador de acesso aleatório (A-15, BioSystems SA, Barcelona, CAT, Espanha) e kit's comerciais (BioSystems SA, Barcelona, Espanha).

A análise da concentração de IL-1ra prevista no projeto inicial foi substituída pela TNF α devido a disponibilidade desse marcador por meio de parcerias com outros laboratórios. Essa mudança fortaleceu consideravelmente o estudo, tendo em vista que a TNF α é um dos principais marcadores pró-inflamatórios do sistema imune.

Além dessa substituição, estava prevista a análise da concentração sanguínea de IL-6 em ambos estudo. No entanto, as análises não foram responsivas durante os ensaios e, portanto, não foram incluídas nos resultados (Kit: Affymetrix, eBioscience, CA, San Diego, EUA; Lot: 4300670).

5.10. Mensuração do nível de dor muscular

A mensuração da dor foi realizada por meio de uma escala visual analógica. A escala visual analógica é constituída de uma régua de 100 mm no qual 0 representa “Sem nenhuma dor” e 100 “Com muita dor” (Figura 8). Assim foi, perguntado ao participante o nível de dor que estava sentindo naquele momento (BORGES et al., 2014).

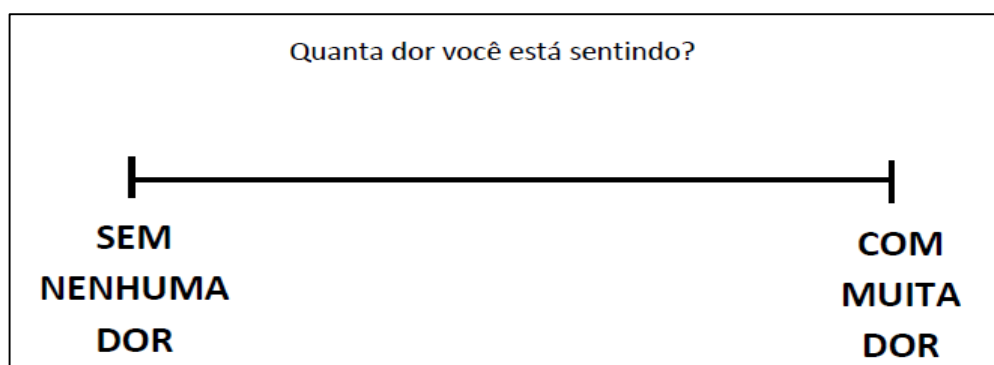


Figura 8. Escala analógica de dor.

5.11. Salto vertical contra movimento

Os saltos verticais contra movimento foram realizados para avaliar o efeito das intervenções na manutenção do desempenho após os SITs. Antes de todas as sessões de saltos contra movimento foram realizados aquecimentos de 5 min no ciclo ergômetro (75 rpm à 30% da $\dot{V}O_{2\text{pico}}$). Os saltos foram realizados antes do teste incremental máximo (Pré) e nos momentos 24, 48 e 72 h após o último SIT. Em cada visita foram realizados 3 saltos verticais contra movimento com 1 min de intervalo entre cada salto. A altura do salto foi registrada por meio de um tapete de contato (*Jump System Pro*, Cefise, Brasil). Em todas as análises foi utilizado o valor da altura média dos saltos.

A salto vertical contra movimento foi escolhido no presente estudo como variável de desempenho devido ao efeito quase nulo de 3 saltos verticais sobre a concentração sanguínea de IL-6, TNF α , CK e LDH, tendo em vista que essas são as principais variáveis do estudo.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise estatística dos dados foi usado o programa *SPSS versão 23.0* para *Windows* (SPSS Inc., Chicago IL, EUA). Os dados foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk* para fins de verificação da normalidade e homogeneidade da distribuição. Após a confirmação da normalidade e a homogeneidade, os seguintes procedimentos estatísticos foram realizados:

Para comparação entre grupos e momentos das variáveis inflamatórias, marcadores de lesão, salto vertical contra movimento e percepção de dor, foram realizadas análises de variância (ANOVA) *two-way* (grupos x momento) para medida repetida. Além disso, o teste de esfericidade de Mauchly foi aplicado em todas as análises de variância, e em casos de violação da esfericidade foram assumidos o F e a significância corrigidas por Greenhouse-Geisser, caso ao contrário, foi usada a esfericidade considerada. Caso necessário, o *post hoc* de Sidak foi utilizado para identificação das diferenças

Um teste *t* pareado foi aplicado no estudo 1 para comparar o percentual de diferença do momento Pré em relação ao pico da concentração sanguínea de IL-10, TNF α , CK e LDH dos grupos G_{TFBM} e G_{PLA} e também para comparar o %D das sessões de SIT. Além disso, para comparação das variáveis de exaustão entre os grupos, o percentual de diferença do momento Pré em relação ao pico da concentração sanguínea de IL-10, TNF α , CK e LDH e o %D das sessões de SIT dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} do estudo 2, foram realizadas análises de ANOVA *one-way*. Todos os dados são apresentados em mediana e intervalo de confiança (IC). Em todos os casos foi considerado um nível de significância de 5%.

Como uma análise adicional a estatística convencional, foi realizada uma análise da inferência baseada na magnitude do efeito. Para isso, todos os dados foram expressos em *Cohen's d* e os valores limite para poder estatístico de *Cohen's d* foram considerados $> 0,2$ (pequena), $> 0,5$ (moderada) e $> 0,8$ (grande) (COHEN, 1988). As chances do efeito ser benéfico, trivial ou prejudicial, foi calculada com base na menor diferença prática para a variável analisada ($SWC = 0,20 \times$ desvio padrão). Se, simultaneamente, a probabilidade de um efeito ser benéfico e prejudicial fosse maior que 5%, o efeito foi considerado *não claro*, caso ao contrário, o efeito foi constatado. As avaliações qualitativas das alterações foram classificadas como: $< 1\%$ = o mais improvável; $1\% - 5\%$ = muito improvável; $5\% - 25\%$ = improvável; $25\% - 75\%$ = possível; $75\% - 95\%$ = provável; $95\% - 99\%$ = muito provável; e $> 99\%$ = o mais provável (HOPKINS et al., 2009).

7. RESULTADOS E DICUSSÃO DO ESTUDO 1

7.1. Resultados do teste incremental máximo

Participaram do estudo 1 12 voluntários com idade de $25,0 \pm 2,91$ anos, estatura de $176,5 \pm 1,73$ cm, massa corporal de $75,15 \pm 4,16$ kg e percentual de gordura de $18,4 \pm 1,5$ %. Antes do teste incremental, a glicemia dos voluntários ao chegarem no laboratório (em jejum) e 1 hora após o café da manhã (imediatamente antes do teste incremental) foram de $71,1 \pm 5,5$ mg·dL⁻¹ e $83,5 \pm 9,6$ mg·dL⁻¹, respectivamente. Foi verificado um aumento significativo ($p = 0,009$) da concentração sanguínea de glicose 1h após a ingestão do café da manhã.

O teste incremental máximo teve duração de $13,4 \pm 1,3$ min, e o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ foi de $37,3 \pm 3,2$ mL·kg⁻¹·min⁻¹ e a $i\dot{V}O_{2\text{pico}}$ atingida foi de $212,5 \pm 16,5$ W. Os demais parâmetros fisiológicos de exaustão atingidos no teste foram: QR de $1,19 \pm 0,05$, FC de $184,6 \pm 5,1$ e concentração pico lactato após o teste de $10,8 \pm 1,3$ mmol·L⁻¹. A PSE atingida no último estágio do teste foi de $19,0 \pm 1,0$ unidades arbitrárias (u.a.).

7.2. Resultados do SIT: parâmetros de desempenho e fisiológicos

Na Figura 9 são apresentados os parâmetros de desempenho (TT, PP e PM) durante as sessões de SIT (SIT1 e SIT2) no grupo experimental e no grupo controle, que foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA, respectivamente. Foram verificadas diferenças significativas entre momentos quando comparado o TT ($F_{(3,60)} \geq 37,388$ e $p = 0,000$), a PP ($F_{(3,66)} \geq 16,116$ e $p = 0,000$) e a PM ($F_{(3,66)} \geq 40,349$ e $p = 0,000$) atingidas nos testes de *Wingate* dentro dos grupos. Essas diferenças ocorreram principalmente no final das sessões de SIT, nas quais foram observadas diminuições sistemáticas do TT, PP e PM dos dois últimos *Wingate's*. O %D do SIT 1 e 2 dos grupos experimental e controle foram $-13,2 \pm 2,9$, $-10,3 \pm 2,4$, $-12,2 \pm 5,3$ e $-9,6 \pm 2,4$ %, respectivamente, em que não apresentaram diferenças entre os grupos tanto para o SIT 1 ($p = 0,633$) quanto para o SIT 2 ($p = 0,264$).

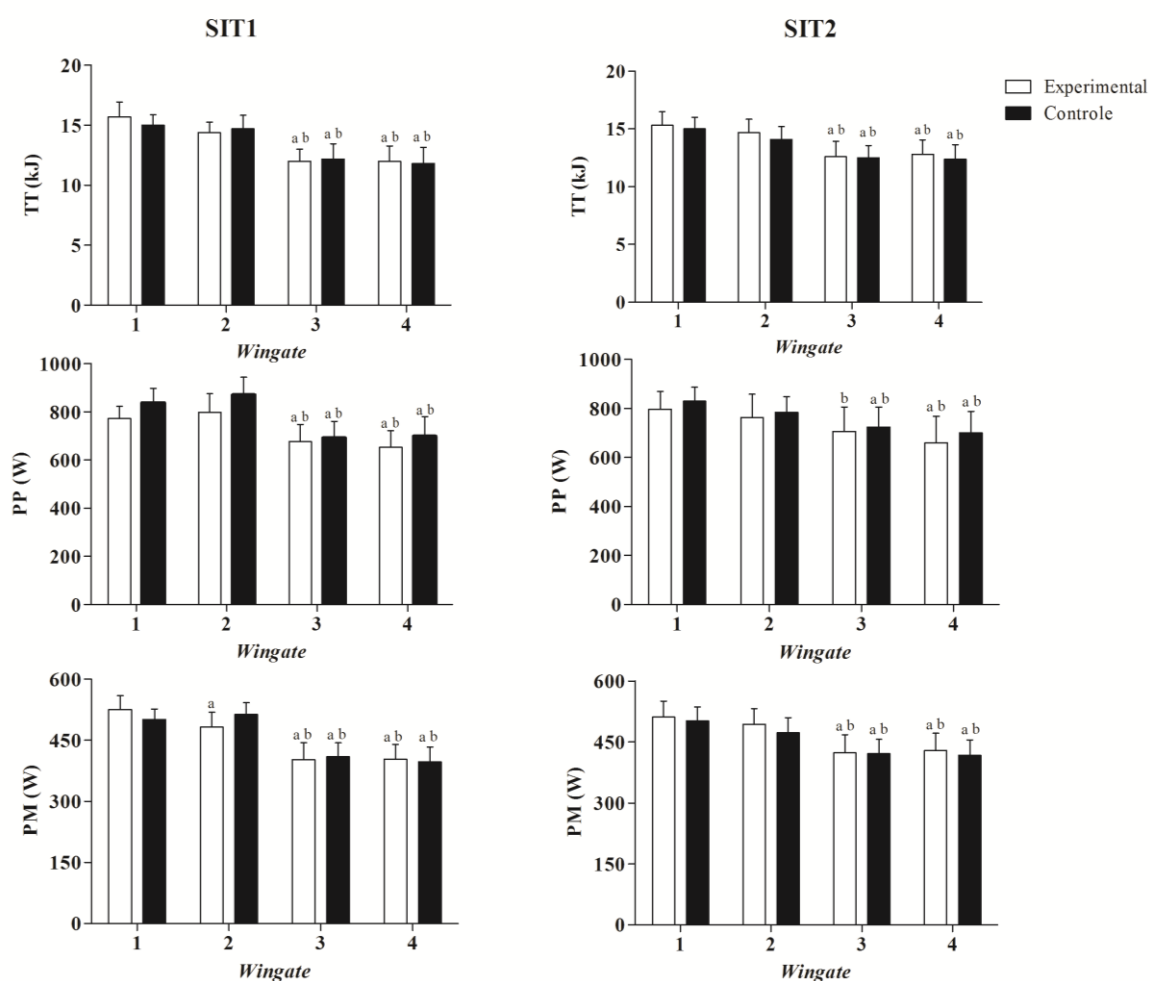


Figura 9. Comparação do desempenho nas sessões de SIT (mediana $\pm$ IC) dos grupos experimental e controle aos quais foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA. ^a $p < 0,05$ em relação ao *Wingate* 1 dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em relação ao *Wingate* 2 dentro do grupo.

SIT, Treino intervalado de *sprints*; TT, Trabalho total; PP, Potência pico; PM, Potência média.

Na Figura 10 são apresentadas as cinéticas da concentração de lactato sanguíneo antes e durante as sessões de SIT. Foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos ($F_{(6,108)} \geq 179,857$ e $p = 0,000$), na qual foi observado um rápido aumento da concentração de lactato sanguíneo após o primeiro *Wingate* seguido de uma estabilização após o terceiro esforço. No entanto, não houve nenhuma interação entre os grupos ($F_{(6,132)} \leq 0,556$ e $p \geq 0,765$). Na Figura 11 são apresentadas as cinéticas da concentração de glicose sanguíneo antes e durante as sessões de SIT. Foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos ($F_{(6,126)} \geq 2,824$ e $p \leq 0,013$), nas quais ocorreram diminuições das concentrações de glicose no sangue após o primeiro *Wingate* e que continuou diminuída até o final da sessão de

SIT. No entanto, não foi verificada nenhuma interação entre os grupos ($F_{(6,96)} \geq 0,883$ e $p \geq 0,463$).

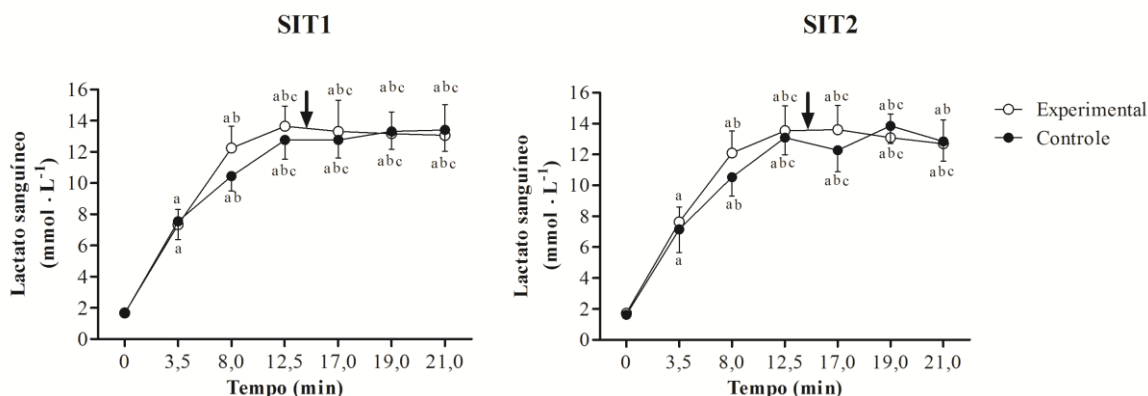


Figura 10. Cinética da concentração de lactato sanguíneo (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 minutos após cada *Wingate* e no 5º e 7º minuto após o SIT dos grupos experimental e controle aos quais foram submetidos posteriormente as intervenções TFBM e PLA. ^a $p < 0,05$ em relação ao minuto 0 dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em relação ao minuto 3,5 dentro do grupo. ^c $p < 0,05$ em relação ao minuto 8,0 dentro do grupo. $\downarrow$ =término do SIT. SIT, Treinamento intervalado de sprints.

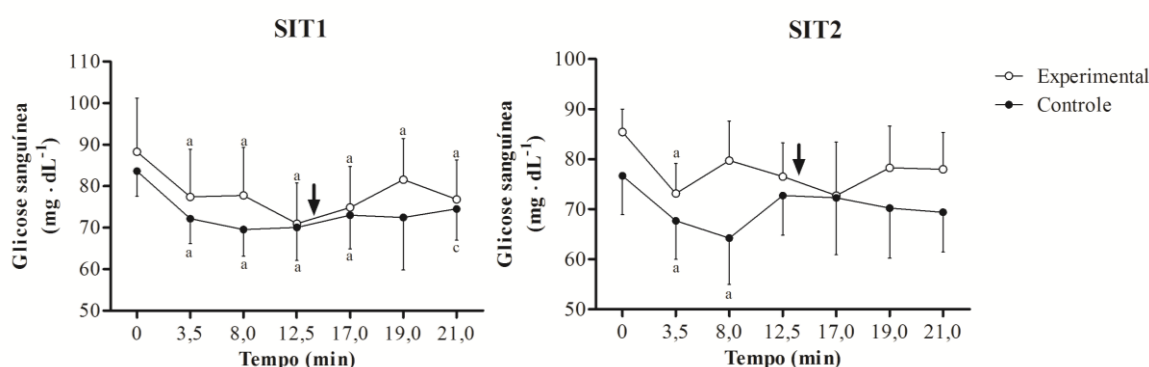


Figura 11. Cinética da concentração de glicose sanguínea (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 minutos após cada *Wingate* e no 5º e 7º minuto após o SIT dos grupos experimental e controle que posteriormente foram submetidos as intervenções TFBM e PLA. ^a $p < 0,05$ em relação ao minuto 0 dentro do grupo. ^c $p < 0,05$ em relação ao minuto 8,0 dentro do grupo. $\downarrow$: término do SIT. SIT, Treinamento intervalado de sprints; TFBM, Terapia de fotobiomodulação; PLA, placebo.

7.3. Resultados dos marcadores de lesão e inflamação muscular

Na Tabela 2 são apresentados os valores de IL-10 e TNF α nos dois modos de intervenção em diferentes momentos (Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h). Essas citocinas também são apresentadas em valores absolutos e em percentual de alteração em relação ao momento Pré, assim como na razão IL-10/TNF α e TNF α /IL-10. Na concentração sanguínea de IL-10 foram verificadas diferenças significativas ($F_{(4,80)} = 4,514$ e $p = 0,018$) somente entre momentos do grupo G_{TFBM},

sendo o valor em percentual de diferença em relação ao momento Pré nos momentos 24 e 72 h menores que o momento 1h (*post hoc*: $p = 0,045$; $p = 0,016$, respectivamente). Apesar das diferenças encontradas nas concentrações sanguínea de IL-10 dentro do grupo, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}), comparados tanto em valores absolutos ($F_{(5,100)} = 1,557$ e $p = 0,218$) quanto em percentual de diferença em relação ao momento Pré ($F_{(4,80)} = 0,388$ e $p = 0,675$).

Nas concentrações sanguíneas de $\text{TNF}\alpha$ não foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos tanto em valores absolutos ($F_{(5,85)} = 2,587$ e $p = 0,103$) quanto em percentual de diferença para o momento Pré ($F_{(4,68)} = 0,284$ e $p = 0,678$). Além disso, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) para as duas formas apresentadas ($F_{(5,85)} = 0,772$ e $p = 0,446$; $F_{(4,68)} = 0,684$ e $p = 0,465$, respectivamente). Para ambas razões (IL-10/ $\text{TNF}\alpha$ e $\text{TNF}\alpha$ /IL-10) não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) ($F_{(4,64)} = 0,988$ e $p = 0,368$; $F_{(4,64)} = 0,603$ e $p = 0,580$, respectivamente).

Os valores absolutos da concentração sanguínea de IL-10 nos momentos Pré e Pico (maior valor de concentração atingido durante as 72 h pós intervenção) para os grupos G_{TFBM} e G_{PLA} foram de $1,7 \pm 0,8$ e $2,7 \pm 0,7 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$; $1,7 \pm 0,8$ e $2,2 \pm 1,6 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Por outro lado, os valores absolutos da concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} e G_{PLA} foram de $23,4 \pm 60,9$ e $25,1 \pm 80,1 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$; $23,4 \pm 60,9$ e $27,4 \pm 71,3 \text{ pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Para a concentração de IL-10 foram verificados aumentos significativos entre momentos dentro dos grupos ($F_{(1,20)} = 13,590$ e $p = 0,001$; *post hoc*: $p = 0,31$ e $p = 0,009$, respectivamente), porém não foram encontradas diferenças dentro do grupo para a $\text{TNF}\alpha$ ($F_{(1,18)} = 3,479$ e $p = 0,069$). Além disso, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) tanto para a IL-10 ($F_{(1,20)} = 0,165$ e $p = 0,688$) quanto para a $\text{TNF}\alpha$ ($F_{(1,18)} = 0,100$ e $p = 0,755$).

Na Figura 12 são apresentados os dados individuais da concentração sanguínea de IL-10 e $\text{TNF}\alpha$ expressa percentual de diferença para o momento Pré em relação ao Pico para os grupos G_{TFBM} e G_{PLA} . Também não foi verificada nenhuma diferença significativa entre o Pico atingido nas duas condições, tanto para a IL-10 ($p = 0,753$) quanto para o $\text{TNF}\alpha$ ($p = 0,292$).

Na Figura 13 são apresentadas graficamente as magnitudes do efeito da TFBM para a concentração sanguínea de IL-10 e $\text{TNF}\alpha$ em cada momento de análise (30 min, 1, 24, 48 e 72 h), sendo os percentuais de chance de diferença e inferência desse método apresentadas na Tabela 3. Foi verificado uma inferência *não claro* sobre as concentrações de IL-10 em todos os momentos. Por outro lado, a análise da magnitude do efeito da concentração de $\text{TNF}\alpha$ indicou

um efeito prejudicial no momento 30 min, ou seja, um possível aumento da concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$, seguido de um efeito benéfico no momento 72 h (possível diminuição da concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$). Nos outros momentos a magnitude do efeito da TFBM sobre a $\text{TNF}\alpha$ teve uma inferência *não claro*.

Tabela 2. Concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressas em valores absolutos, percentual de diferença para o Pré e razão (IL-10/TNF α e TNF α /IL-10) (mediana $\pm$ IC) dos grupos G_{TFBM} e G_{PLA}, nos momentos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

		Pré	30 min	1 h	24 h	48 h	72 h
G _{TFBM}	IL-10 (pg·mL ⁻¹)	1,67 $\pm$ 0,80	1,61 $\pm$ 0,69	2,38 $\pm$ 0,87	1,48 $\pm$ 0,52	1,37 $\pm$ 0,54	1,67 $\pm$ 0,50
	IL-10 (% diferença para o Pré)	-	22,63 $\pm$ 17,55	16,36 $\pm$ 72,46	-2,61 $\pm$ 16,23 ^c	-6,82 $\pm$ 23,69	-8,11 $\pm$ 19,71 ^c
	TNF α (pg·mL ⁻¹)	23,4 $\pm$ 60,9	23,57 $\pm$ 79,99	25,57 $\pm$ 63,14	24,64 $\pm$ 58,29	22,76 $\pm$ 62,98	23,56 $\pm$ 69,18
	TNF α (% diferença para o Pré)	-	4,46 $\pm$ 16,72	-2,61 $\pm$ 9,67	-9,52 $\pm$ 9,25	-7,09 $\pm$ 10,65	1,07 $\pm$ 13,18
	Razão IL-10/TNF α	0,04 $\pm$ 0,04	0,05 $\pm$ 0,10	0,05 $\pm$ 0,15	0,05 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,05	0,06 $\pm$ 0,10
	Razão TNF α /IL-10	23,4 $\pm$ 30,6	22,1 $\pm$ 30,3	20,3 $\pm$ 27,3	19,6 $\pm$ 31,1	18,6 $\pm$ 27,9	16,6 $\pm$ 32,4
G _{PLA}	IL-10 (pg·mL ⁻¹)	1,67 $\pm$ 0,80	1,75 $\pm$ 0,83	1,74 $\pm$ 0,85	1,45 $\pm$ 1,47	1,97 $\pm$ 1,69	1,52 $\pm$ 0,78
	IL-10 (% diferença para o Pré)	-	3,78 $\pm$ 27,99	18,29 $\pm$ 47,41	11,10 $\pm$ 27,81	0,00 $\pm$ 23,85	0,17 $\pm$ 21,03
	TNF α (pg·mL ⁻¹)	23,4 $\pm$ 60,9	23,52 $\pm$ 70,57	23,49 $\pm$ 66,81	25,03 $\pm$ 60,70	26,63 $\pm$ 58,03	25,59 $\pm$ 61,93
	TNF α (% diferença para o Pré)	-	-4,70 $\pm$ 15,55	-1,35 $\pm$ 10,79	-3,27 $\pm$ 11,48	-7,45 $\pm$ 13,30	1,74 $\pm$ 15,95
	Razão IL-10/TNF α	0,04 $\pm$ 0,04	0,04 $\pm$ 0,08	0,04 $\pm$ 0,11	0,05 $\pm$ 0,07	0,06 $\pm$ 0,08	0,04 $\pm$ 0,05
	Razão TNF α /IL-10	23,4 $\pm$ 30,6	22,7 $\pm$ 38,3	26,5 $\pm$ 34,7	20,4 $\pm$ 41,5	17,3 $\pm$ 26,3	23,7 $\pm$ 33,1

^cp < 0,05 em comparação com o momento 1 h dentro do grupo.

IL-10, interleucina 10; TNF α , fator de necrose tumoral alfa; G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{PLA}, grupo submetido ao tratamento PLA.

IL-10

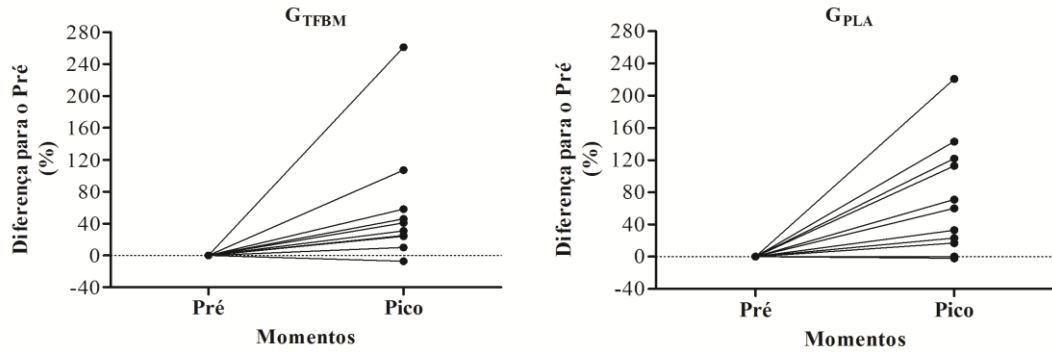
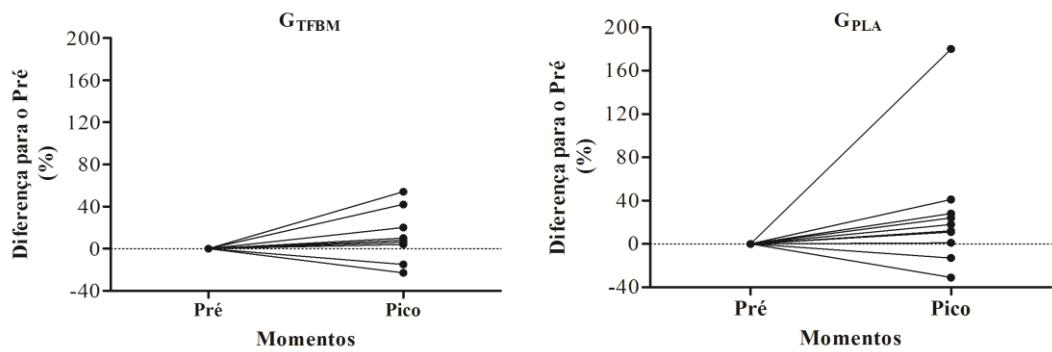
TNF α 

Figura 12. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de IL-10 e TNF α em percentual de diferença em relação ao momento Pré. G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{PLA} , grupo submetido a intervenção PLA.

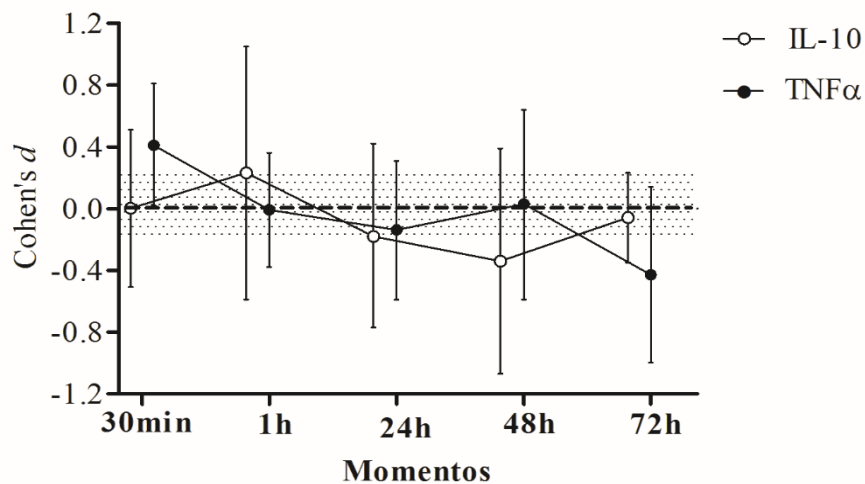


Figura 13. Efeito da TFBM ($G_{TFBM} - G_{PLA}$) sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressa em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h. IL-10, interleucina 10; TNF α , fator de necrose tumoral alfa.

Tabela 3. Percentual de chance e inferência do efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressa em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

		% Chance			Inferência
		Prejudicial (+)	Trivial	Benéfico (-)	
IL-10	30 min	25	51	25	<i>Não claro</i>
	1 h	53	29	18	<i>Não claro</i>
	24 h	14	39	47	<i>Não claro</i>
	48 h	11	26	63	<i>Não claro</i>
	72 h	7	73	21	<i>Não claro</i>
TNF α	30 min	83	16	1	<i>Possivelmente prejudicial</i>
	1 h	16	65	18	<i>Não claro</i>
	24 h	10	50	40	<i>Não claro</i>
	48 h	31	44	26	<i>Não claro</i>
	72 h	4	20	76	<i>Possivelmente benéfico</i>

IL-10, interleucina 10; TNF α , fator de necrose tumoral alfa.

Na Figura 14 são apresentadas as respostas da cinética da concentração de CK e LDH mensuradas nos momentos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h após a intervenção. Esses resultados são apresentados em valores absolutos e em percentual de diferença em relação ao momento Pré. Para ambos marcadores de lesão foram verificadas diferenças significativas dentro dos grupos quando expresso em valores absolutos ($F_{(5,110)} \geq 3,351$ e $p \leq 0,034$) e somente para a LDH quando expresso percentual de diferença em relação ao momento Pré ($F_{(4,72)} = 6,056$ e $p = 0,003$). Essas diferenças foram verificadas principalmente nos momentos finais (24, 48 e 72 h) em relação aos momentos 30 min e 1 h, nos quais foram observadas elevadas concentrações desses marcadores. Para ambos marcadores de lesão, não foi verificada nenhuma interação entre os grupos para as duas formas apresentadas ($F_{(4,88)} \leq 1,383$ e $p \geq 0,324$).

Os valores absolutos da concentração sanguínea de CK nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} e G_{PLA} foram de $68,5 \pm 11,2$; $88,0 \pm 15,1$ $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ e $68,5 \pm 11,2$; $107,5 \pm 17,5$ $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectivamente. Por outro lado, os valores absolutos da concentração sanguínea de LDH nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} e G_{PLA} foram de $253,0 \pm 30,8$; $321,5 \pm 44,4$ $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$ e $253,0 \pm 30,8$; $324,5 \pm 22,5$ $\text{pg} \cdot \text{mL}^{-1}$, respectivamente. Foram verificados aumentos significativos entre os momentos dentro dos grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) para a CK ($F_{(1,22)} =$

22,617 e $p = 0,000$; *post hoc*: $p = 0,018$ e $p = 0,000$, respectivamente) e para a LDH ($F_{(1,20)} = 22,809$ e $p = 0,000$; *post hoc*: $p = 0,003$ e $p = 0,003$, respectivamente). No entanto, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) tanto para a CK ($F_{(1,22)} = 1,277$ e $p = 0,271$) quanto para a LDH ($F_{(1,20)} = 0,002$ e $p = 0,977$).

Na Figura 15 são apresentados os dados individuais do percentual de diferença para o momento Pré em relação ao Pico, ou seja, o maior valor atingido entre os momentos 30 min e 72 h após as intervenções (TFBM ou PLA). Não foi verificada nenhuma diferença significativa entre o pico atingido nas duas condições, tanto para a CK ($p = 0,104$) quanto para a LDH ($p = 0,728$).

Na Figura 16 são apresentadas graficamente as magnitudes dos efeitos da TFBM sobre a concentração sanguínea de CK e LDH expressa em percentual de diferença em relação ao momento Pré entre grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}), sendo os percentuais de chance e a inferência apresentadas na Tabela 4. Foi verificado um efeito benéfico da TFBM nos momentos 30 min e 24 h sobre as concentrações de CK e uma efeito prejudicial no momento 48 h sobre as concentrações de LDH.

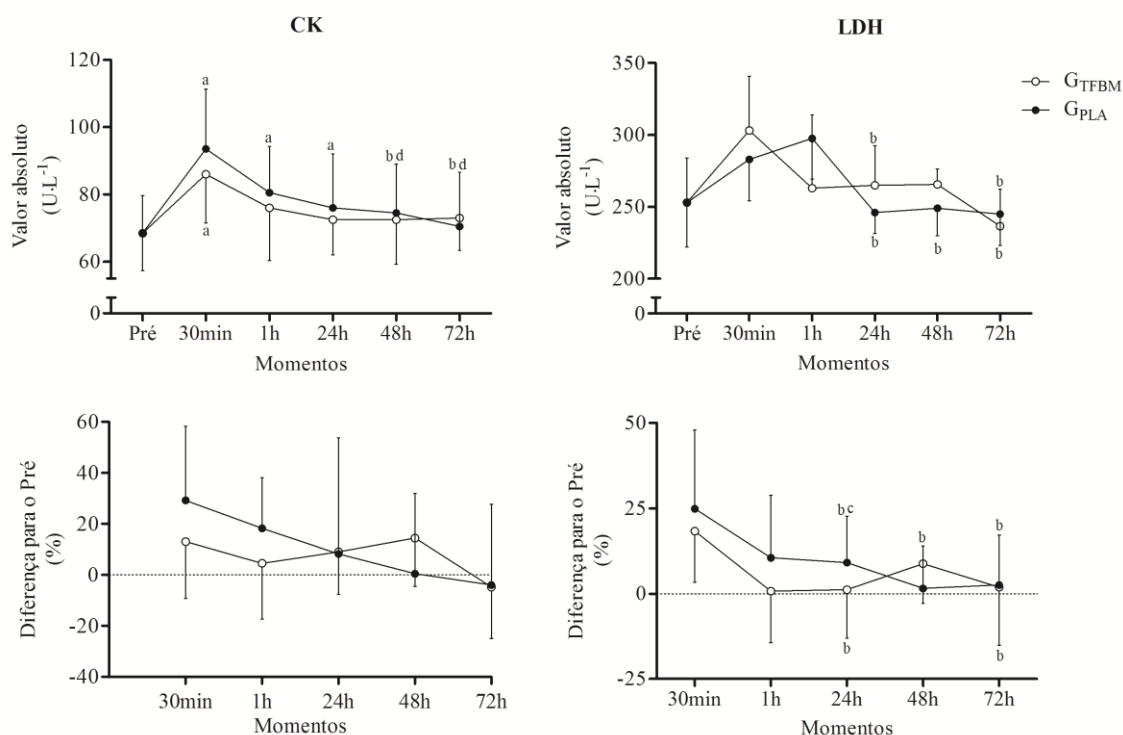


Figura 14. Cinética da concentração de CK e LDH sanguínea expressas em valores absolutos e percentual de diferença para o momento Pré (mediana $\pm$ IC), nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h. ^a $p < 0,05$ em comparação com o momento Pré dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em comparação com o momento 30 min dentro do grupo. ^c $p < 0,05$ em comparação com o momento 1h dentro do grupo. ^d $p < 0,05$ em comparação com o momento 24 h dentro do grupo.

G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{PLA} , grupo submetido a intervenção PLA; CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

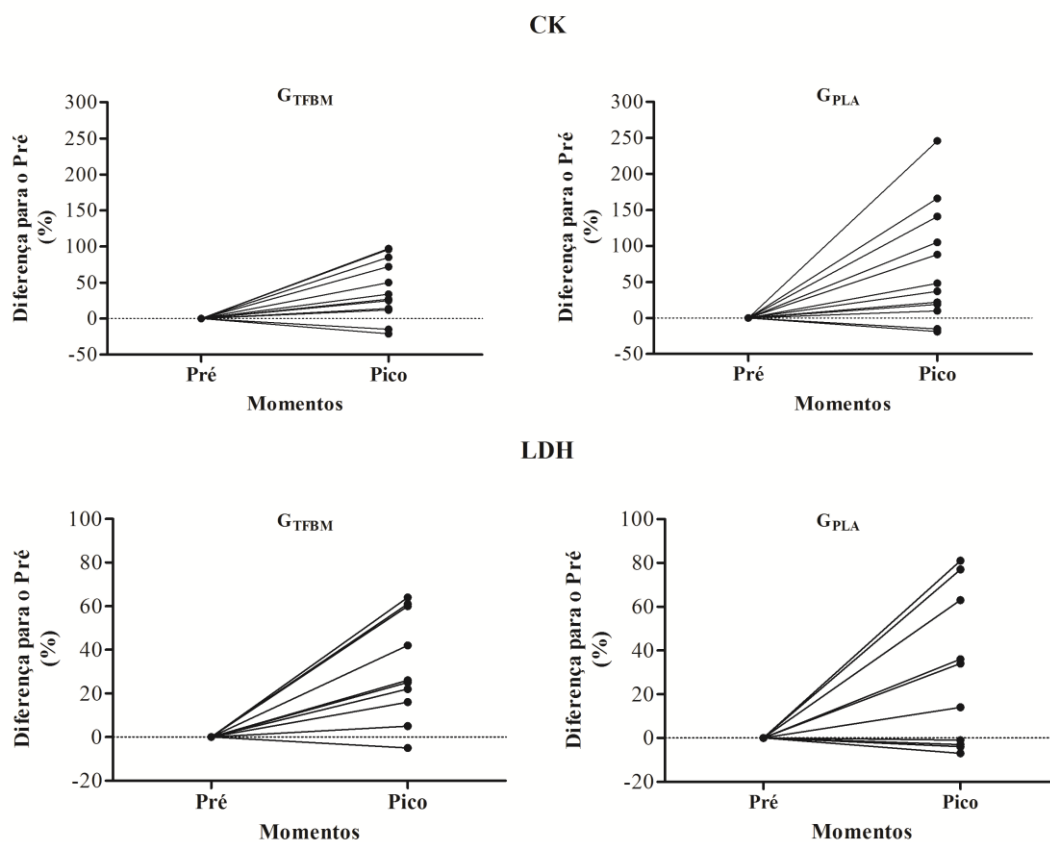


Figura 15. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de CK e LDH em percentual de diferença em relação ao momento Pré.

G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{PLA} , grupo submetido a intervenção PLA; CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

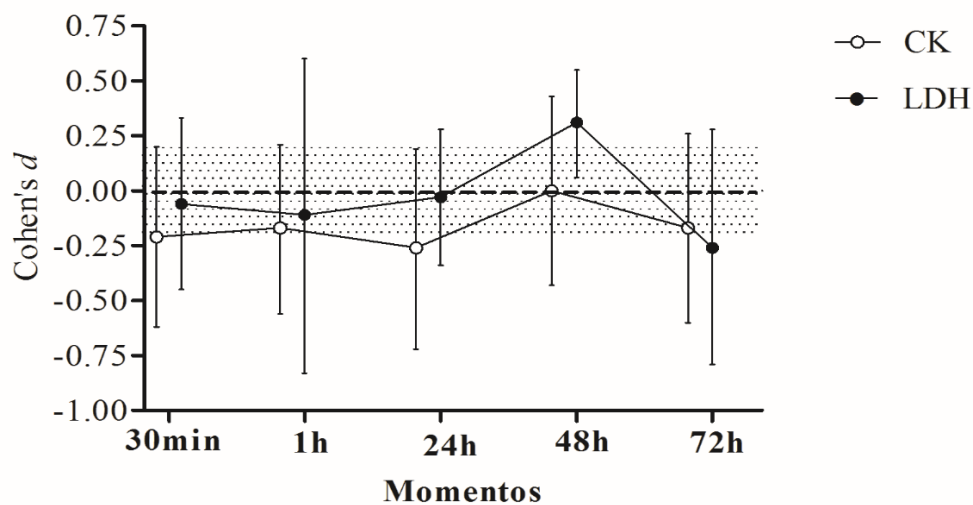


Figura 16. Efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressa em percentual de diferença para o Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

Tabela 4. Percentual de chance e inferência do efeito da TFBM sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressa em percentual de diferença para o Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

		% Chance			Inferência
		Prejudicial (+)	Trivial	Benéfico (-)	
CK	30 min	5	43	52	<i>Possivelmente benéfico</i>
	1 h	5	50	45	<i>Não claro</i>
	24 h	5	36	59	<i>Possivelmente benéfico</i>
	48 h	21	58	21	<i>Não claro</i>
	72 h	8	47	45	<i>Não claro</i>
LDH	30 min	13	61	26	<i>Não claro</i>
	1 h	22	37	41	<i>Não claro</i>
	24 h	11	73	17	<i>Não claro</i>
	48 h	78	22	0	<i>Provavelmente prejudicial</i>
	72 h	8	35	58	<i>Não claro</i>

CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

7.4. Avaliações após as intervenções (TFBM e PLA): Salto vertical contra movimento e percepção de dor

Na Figura 17 são apresentados os resultados dos saltos verticais contra movimento. Não foi verificada nenhuma diferença significativa entre os momentos (Pré, 24, 48 e 72 h) dentro dos grupos ($F_{(3,66)} = 0,597$ e $p = 0,537$), na qual a altura do salto permaneceu estável durante as avaliações. Além disso, não foi verificado nenhuma interação entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) ($F_{(3,66)} = 0,079$ e $p = 0,906$) e nenhum efeito benéfico por meio da análise da magnitude do efeito, nas quais foram verificadas inferências *provavelmente trivial* no momentos 24 h (% chance: 17% positivo/ 78% trivial/ 5% negativo; Tamanho do efeito: 0,06, Limites de confiança [LC]: -0,20 e 0,32), 48 h (% chance: 6% positivo/ 90% trivial/ 4% negativo; Tamanho do efeito: 0,02; LC: -0,19 e 0,22) e 72 h após a intervenção (% chance: 1% positivo/ 88% trivial/ 11% negativo; Tamanho do efeito: -0,07; LC: -0,25 e 0,11).

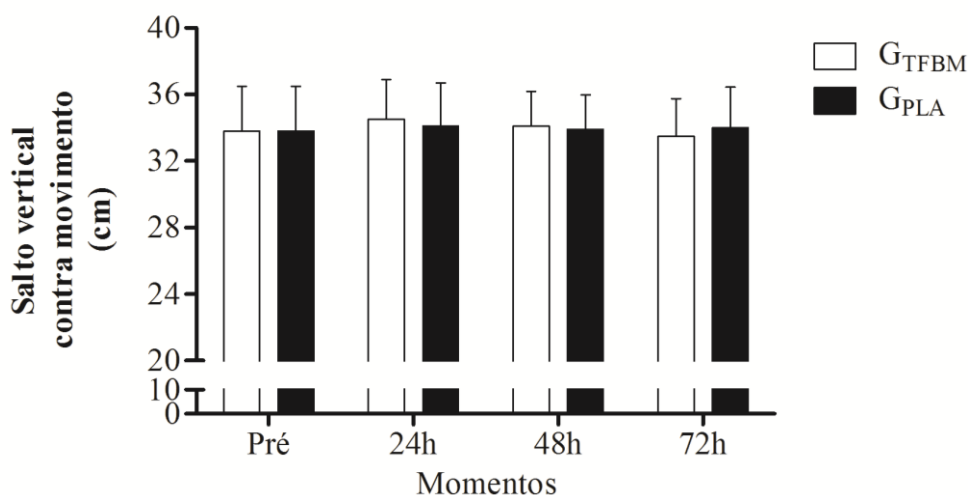


Figura 17. Comparação entre o desempenho dos saltos verticais contra movimento (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 24, 48 e 72 h após as sessões de SIT dos grupos G_{TFBM} e G_{PLA}.

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{PLA}, grupo submetido a intervenção PLA.

Na Figura 18 são apresentados os resultados da escala analógica de dor. Foram verificados aumentos significativos da percepção de dor entre os momentos dentro dos grupos ($F_{(3,66)} = 12,93$ e $p = 0,000$). Além disso, apesar de não ter sido verificada nenhuma interação entre os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}) ($F_{(3,66)} = 1,316$ e $p = 0,278$), por meio da análise da magnitude do efeito foi verificado um efeito benéfico da TFBM sobre a percepção de dor 24 h após a intervenção (inferência: *provavelmente benéfico*; chance: 4% positivo/ 4% trivial/ 92% negativo; Tamanho do efeito: -1,71; LC: -3,52 e 0,11), seguido de nenhum efeito às 48 h (Inferência: *não claro*; % chance: 26% positivo/ 26% trivial/ 48% negativo; Tamanho do efeito: -0,18; LC: -1,18 e 0,83) e um efeito prejudicial 72 h depois (Inferência: *provavelmente prejudicial*; % chance: 86% positivo/ 11% trivial/ 3% negativo; Tamanho do efeito: 0,66; LC: -0,06 e 1,37).

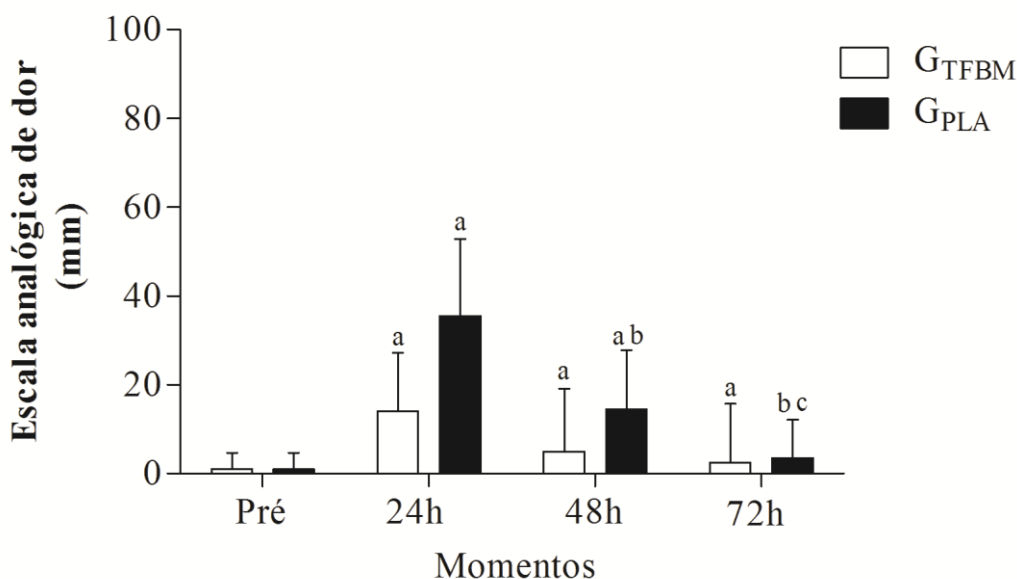


Figura 18. Comparação entre a percepção de dor (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 24, 48 e 72 h após as sessões de SIT dos grupos G_{TFBM} e G_{PLA}. ^a $p < 0,05$ em relação ao momento Pré dentro do grupo; ^b $p < 0,05$ com relação ao momento 24 h dentro do grupo; ^c $p < 0,05$ em relação ao momento 48 h dentro do grupo.

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{PLA}, grupo submetido a intervenção PLA.

7.5. Discussão

O presente estudo teve como objetivo investigar a efetividade da TFBM sobre a percepção de dor, desempenho em salto vertical contra movimento e respostas de marcadores de lesão muscular e inflamatório após duas sessões de treinamento intervalado de *sprints* em ciclo ergômetro. De modo geral, o principal achado da presente investigação foi o efeito benéfico da TFBM sobre a recuperação muscular.

7.5.1. Marcadores de inflamação muscular

Recentemente, tem sido sugerido o efeito benéfico da TFBM sobre a concentração de marcadores inflamatórios, principalmente, em modelo animal (SILVEIRA et al., 2016; AMADIO et al., 2014; SANTOS et al., 2014; ALMEIDA et al., 2011). Esse efeito da TFBM sobre a concentração de marcadores inflamatórios, vem sendo associado ao aumento da disponibilidade de ATP para as atividades celulares por meio da ativação da cadeia de transporte de elétrons e, principalmente, as respostas celulares frente a diminuição da produção de radicais livres (FERRARESI et al., 2012). No entanto, o presente estudo é um dos poucos com humanos a investigar o efeito da TFBM sobre a concentração sanguínea de TNF α e IL-10 induzida por meio de exercício (sessões de SIT) em diferentes momentos (30 min, 1, 24, 48 e 72 h).

Foi observado por meio da análise da magnitude do efeito um aumento das concentrações sanguíneas de $\text{TNF}\alpha$ no momento 30 min seguido de uma diminuição 72 h depois. No estudo de Amadio et al. (2015) também foi verificada uma diminuição da concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ em ratos idosos quando submetidos a sessões de TFBM associadas ao treinamento aeróbio. Por outro lado, Zagatto et al. (2016) investigaram o efeito da TFBM sobre a resposta inflamatória de jovens jogadores de polo aquático e verificaram um efeito trivial da intervenção sobre a concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$. Esse efeito da TFBM sobre a concentração de $\text{TNF}\alpha$ somado a não diferença encontrada entre os valores Pico, poderia indicar uma antecipação da resposta inflamatória, como sugerido por Zagatto et al. (2016).

No presente estudo, foram verificados aumentos significativos da concentração sanguínea de IL-10 em ambos os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}), quando comparado o momento Pré com o Pico. Esses resultados estão de acordo com os achados de Harnish e Sabo (2016), Kaspar et al. (2016) e Antosiewicz et al. (2013), que observaram aumentos significativos da concentração sanguíneas de IL-10 após sessões de SIT. O aumento dessa citocina tem como um de seus principais efeitos a inibição de respostas pró-inflamatórias que é mediada principalmente pela $\text{TNF}\alpha$ (BOLGER et al., 2002). Portanto, uma possível explicação para a diminuição da $\text{TNF}\alpha$ após as sessões de SIT poderia ser o efeito da TFBM sobre as respostas anti-inflamatórias (IL-10), resultando na diminuição dessa citocina. No entanto, cabe ressaltar que não foi verificada nenhuma diferença significativa na concentração pico de IL-10 entre os grupos.

Os resultados do efeito da TFBM sobre a concentração de IL-10 não corroboram os achados de Zagatto et al. (2016), que encontraram um efeito moderado entre os grupo (G_{TFBM} e G_{PLA}) por meio da análise na magnitude do efeito. Além disso, ainda nesse estudo, os autores descrevem um efeito antecipatório das respostas de IL-10, que foi associada a uma possível resolução inflamatória mais rápida. No entanto, esse comportamento também não foi verificado na cinética da IL-10 do presente estudo.

Tendo em vista os resultados apresentados, as alterações na concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$, pode representar um possível efeito antecipatório da TFBM sobre as respostas pró-inflamatória.

7.5.2. Marcadores de lesão muscular

Estudos recentes têm sugerido o efeito benéfico da TFBM sobre a lesão do tecido muscular quantificada, principalmente, por meio da concentração sanguínea das enzimas CK e LDH extravasadas das células musculares (DE MARCHI et al., 2012; CAMARGO et al., 2012; LEAL JUNIOR et al., 2010). A diminuição desses marcadores no sangue vem sendo justificada tanto

por um efeito protetor da TFBM no músculo (DOS REIS et al., 2014; DE MARCHI et al., 2012), como por uma melhora na velocidade da recuperação tecidual (ZAGATTO et al., 2016).

Foi verificado um aumento significativo da concentração sanguínea de CK após as sessões de SIT, aumento também reportado por outros estudos (HADIDI et al., 2014; BOGDANIS et al., 2013) e que reflete o caráter lesivo desse tipo de treinamento. Por meio da análise da magnitude do efeito, foram verificados efeitos benéficos da TFBM sobre as concentrações sanguíneas de CK, além de tendências benéficas nos percentuais de chance distribuídos, principalmente, entre benéfico e trivial. A diminuição da concentração sanguínea de CK não corrobora com os achados de Dos Reis et al. (2014) que não observaram a diminuição da concentração dessa enzima com a aplicação da TFBM após o exercício, somente quando foi realizada antes da sessão. No entanto, no estudo de Dos Reis et al. (2014) a concentração de CK foi analisada somente antes (Pré) e imediatamente após a sessão de exercício, não sendo possível observar o efeito da TFBM na cinética do aumento da CK no sangue, que pode permanecer alterada até 72 h após o exercício. No estudo de Felismino et al. (2013), por exemplo, a TFBM foi realizada entre séries de flexão do braço (10 repetições x 10 séries à 50% de 1RM) e foi verificada uma diminuição significativa 72 h após a sessão.

A diminuição da concentração de CK após sessões de TFBM vêm sendo sugerida em muitos estudos, principalmente, nos momentos 24, 48, 72 e 96 h após sessões de exercício (DE MARCHI et al., 2017; DE PAIVA et al., 2016; AVER VANIN et al., 2016; FELISMINO et al., 2013). Essa diminuição da concentração sanguínea de CK, também observada no presente estudo, pode estar relacionada com o possível efeito da TFBM sobre a diminuição da produção de radicais hidroxila na célula muscular, diminuindo assim a lesão causada no sarcolema e o extravasamento de conteúdo intracelular para a corrente sanguínea (FERRARESI et al., 2012; LIU et al., 2009).

No presente estudo não foram observados aumentos das concentrações sanguíneas de LDH em relação ao momento Pré. Além disso, utilizando a análise da magnitude do efeito, foi observado um efeito prejudicial da TFBM sobre a concentração de LDH. Esses resultados diferem dos achados de Baroni et al. (2010), que verificaram uma diminuição significativa da concentração sanguínea de LDH 48 h após um exercícios de contração excêntrica do quadríceps. Corroborando com os achados de Baroni et al. (2010), De Marchi et al. (2012) também verificaram tendências de diminuição na concentração sanguínea de LDH após uma sessão de TFBM seguida de um exercício progressivo. Além disso, Zagatto et al. (2016) também verificaram um efeito moderado, porém benéfico, da TFBM sobre a concentração sanguínea de LDH em jogadores de polo aquático.

Dessa forma, os achados encontrados no presente estudo sobre a LDH diferem da literatura, uma vez que era esperado uma diminuição da concentração sanguínea de LDH. A diminuição da concentração sanguínea de LDH por meio da TFBM vem sendo explicada pelo mesmo mecanismo da diminuição da CK, uma vez que as duas enzimas são encontradas no músculo e são extravasadas para a corrente sanguínea por meio da lesão do sarcolema (BRANCACCIO et al., 2008).

Portanto, no presente estudo a TFBM teve um efeito benéfico sobre a diminuição da concentração sanguínea de CK. No entanto, esse efeito não foi verificado na concentração sanguínea de LDH. Cabe ressaltar que no presente estudo foram observadas grandes variações individuais entre voluntários nas concentrações sanguíneas de CK e LDH, fato esse que dificulta a observação de efeitos em alguns casos, tendo em vista o desvio padrão das amostras.

7.5.3. Salto vertical contra movimento

Recentemente, encontramos na literatura vários estudos que investigaram o efeito agudo da TFBM aplicada antes de sessões de exercício sobre o desempenho em corrida (MALTA et al., 2016; SILVA et al., 2015; DE MARCHI et al., 2012), ciclismo (DENIS; O'BRIENET; DELAHUNT et al., 2013; LEAL JUNIOR et al., 2009;) e contrações musculares isoladas (VIEIRA et al., 2014; VINCK et al., 2010; LEAL JUNIOR et al., 2008). No entanto, outra vertente do uso da TFBM é a sua aplicação após sessões de exercício de alta intensidade, visando minimizar a diminuição do desempenho das sessões seguintes por meio da antecipação da recuperação da função muscular.

A inflamação após uma lesão tecidual é caracterizada, principalmente, pelo aumento da dor, formação de edema (inchaço local), vermelhidão, aumento da temperatura local e diminuição da função contrátil (MARTÍNEZ; ALVAREZ-MON, 1999). Dentre esses sintomas, a diminuição da função contrátil é de suma importância no âmbito esportivo, uma vez que pode influenciar diretamente no desempenho durante competições e sessões de treinamento. Nesse contexto, estudos recentes têm reportado os efeitos benéficos da TFBM sobre a recuperação do desempenho após exercícios de indução a lesão (AVER VANIN et al., 2016; DE PAIVA et al., 2016; BARONI et al., 2010). No entanto, o presente estudo é a primeira investigação a analisar o efeito da TFBM na recuperação do desempenho em salto vertical contra movimento 24, 48 e 72 h após a intervenção.

Em nossos achados, não foi verificado nenhum efeito da TFBM sobre o desempenho em saltos verticais, além de nenhuma diminuição da altura dos saltos verticais em relação ao mo-

mento Pré dentro dos grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}). Estudos recentes não corroboram com esses achados. Aver Vanin et al. (2016) verificaram um aumento significativo da força na contração voluntária máxima em grupos submetidos a TFBM em comparação com um grupo controle, sendo que esse aumento permaneceu até 96 h após a sessão de indução a lesão. Corroborando com os achados de Aver Vanin et al. (2016), De Paiva et al. (2016) também verificaram um aumento da força da contração voluntária máxima em voluntários submetidos a TFBM em comparação com um grupo controle, aumento que também permaneceu até 96 h após a sessão de indução a lesão.

Uma possível explicação para os resultados encontrados na presente investigação é o tipo de esforço utilizado para mensurar o desempenho muscular. Tendo em vista o cenário instaurado após as sessões de SIT (aumento da percepção de dor e da concentração sérica de marcadores de lesão e inflamação muscular) e estudos prévios que verificaram esses mesmos efeitos após sessões de SIT (ZWETSLOOT et al., 2014; JOHN et al., 2013;), sugere-se que o salto vertical contra movimento, por se tratar de um esforço breve, não foi sensível suficiente para refletir possíveis diminuições do desempenho (MOHR; KRUSTRUP, 2013). No entanto, apesar de menos provável, tendo em vista o cenário descrito anteriormente, não descartamos a possibilidade do SIT não ter gerado uma sobrecarga suficiente para gerar diminuições expressivas da altura do salto vertical.

Portanto, não foi verificado nenhum efeito da TFBM sobre a recuperação do desempenho muscular em salto vertical contra movimento, possivelmente devido à falta de sensibilidade do teste utilizado.

7.5.4. Escala visual analógica de dor

A dor muscular é produzida por meio da ativação de nociceptores presentes no tecido, sendo desencadeada por estímulos potencialmente danosos e resultando em sensações subjetivamente interpretadas como dolorosas (MENSE, 2008). Essa via pode ser estimulada por traumas, sobrecargas e também ativadas por mediadores endógenos da inflamação (bradicinina, serotonina e prostaglandina E2) (MENSE, 2008). A dor muscular está estritamente relacionada com processos inflamatórios e limitações funcionais (GULICK; KIMURA, 1996), que por sua vez podem prejudicar o desempenho, tanto em treinos quanto em competições. Tem isso em vista, alguns estudos têm investigado a utilização da TFBM para diminuição da percepção de dor após sessões exercício (BORGES et al., 2014; BARONI et al., 2010; DOURIS et al., 2006; CRAIG et al., 1996).

No presente estudo o SIT foi eficiente para induzir dor em ambos os grupos (G_{TFBM} e G_{PLA}). Além disso, por meio da análise da magnitude do efeito, foi verificado um efeito benéfico da TFBM sobre percepção de dor no momento 24 h, que foi acompanhada de um efeito prejudicial no momento 72 h. A diminuição da percepção de dor 24 h após o SIT está de acordo com os achados de Doures et al. (2006) que investigaram o efeito da TFBM sobre a percepção de dor e verificaram uma diminuição no momento 24 h após um exercício de contração excêntrica do bíceps (pico da percepção de dor: ≈ 47 mm). Por outro lado, Borges et al. (2014) verificaram diminuições da dor somente no momento 48 h após sessões de indução a lesão, sendo essa diminuição verifica até 96 h após a intervenção (pico da percepção de dor: ≈ 25 mm).

A diminuição da percepção de dor muscular pode ser explicada pelo possível efeito da TFBM sobre o estresse oxidativo. Além do aumento da ressíntese de ATP por meio da ativação do Cox (ALBUQUERQUE-PONTES et al., 2015; FERRARESI et al., 2015b; SILVEIRA et al., 2009) a TFBM pode levar a fotodissociação das moléculas de óxido nítrico desse cromóforo, aumentando assim a respiração celular (LANE et al., 2006; KARU et al., 2005). Nesse contexto, alterações no estado redox da célula podem aumentar a atividade de mediadores anti-inflamatórios e anti-apoptóticos por meio do aumento da transcrição de genes específicos, em contrapartida diminuir as respostas pró-inflamatórias e, consequentemente, diminuir a percepção de dor (LIU et al., 2005).

Um aspecto importante a ser ressaltado é que apesar da percepção de dor ter sido mensurada por meio de uma escala subjetiva (EVA), esse método, além de validado, é considerado uma das principais ferramentas para a mensuração da dor de forma indireta (BIJUR et al., 2001; CARLSSON, 1983). Portanto, no presente estudo a TFBM foi benéfica para diminuir a percepção de dor após sessões de SIT, no entanto, essa diminuição foi acompanhada de uma aumento 72 h depois.

8. RESULTADOS E DISCUSSÃO DO ESTUDO 2

8.1. Resultados do teste incremental máximo

No estudo 2, participaram 36 voluntários, as características antropométricas dos voluntários são apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Características antropométricas dos voluntários do estudos 2.

	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Percentual de gordura (%)
G_{TFBM}	$25,0 \pm 2,9$	$176,5 \pm 1,7$	$75,2 \pm 4,2$	$18,4 \pm 1,5$
G_{RA}	$23,5 \pm 3,1$	$180,0 \pm 4,0$	$72,7 \pm 5,7$	$14,8 \pm 2,4^*$

G_{IAF}	$23,0 \pm 2,5$	$175,5 \pm 4,1$	$73,9 \pm 7,8$	$22,0 \pm 3,1$
-----------	----------------	-----------------	----------------	----------------

* $p < 0,05$ em relação ao grupo TFBM e imersão em água fria.
 G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF.

Antes do teste incremental máximo, a glicemia dos voluntários ao chegarem no laboratório (em jejum) e 1 hora após o café da manhã (imediatamente antes do teste incremental) dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} foram $71,13 \pm 5,53$ e $83,5 \pm 9,6$ $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, $69,1 \pm 4,1$ e $80,7 \pm 6,4$ $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, e $75,2 \pm 3,7$ e $87,1 \pm 7,0$ $\text{mg}\cdot\text{dL}^{-1}$, respectivamente. Em todos os grupos foi verificado um aumento significativo da concentração de glicose sanguínea ($F_{(1,29)} = 26,698$ e $p = 0,000$). Além disso, a concentração de glicose sanguínea em jejum e 1h após o café da manhã não foi diferente entre os grupos ($F_{(2,29)} = 0,196$ e $p = 0,823$).

Na Tabela 6 são apresentados os resultados do teste incremental máximo dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} . Não foi verificada diferença significativa entre as variáveis de exaustão ($p > 0,05$).

Tabela 6. Comparação entre os parâmetros fisiológicos de exaustão, desempenho e PSE de exaustão (mediana $\pm$ IC) dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} .

	G_{TFBM} (n=12)	G_{RA} (n=12)	G_{IAF} (n=12)	p-valor
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	$37,29 \pm 3,2$	$42,4 \pm 3,0$	$37,8 \pm 3,7$	0,306
FC (bpm)	$184,5 \pm 5,1$	$183,3 \pm 7,6$	$183,1 \pm 2,84$	0,848
QR	$1,19 \pm 0,05$	$1,20 \pm 0,05$	$1,25 \pm 0,04$	0,503
$i\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (W)	$212,5 \pm 16,47$	$225,0 \pm 25,7$	$200,0 \pm 25,9$	0,883
PSE (u.a.)	$19,0 \pm 1,0$	$19,0 \pm 1,2$	$20,0 \pm 1,1$	0,760
Tlim (min)	$13,4 \pm 1,3$	$13,6 \pm 2,2$	$12,4 \pm 2,0$	0,943

$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ – consumo pico de oxigênio; FC – frequência cardíaca; QR – quociente respiratório; $i\dot{V}O_{2\text{pico}}$ – menor intensidade associada ao consumo pico de oxigênio; PSE – percepção subjetiva de esforço; Tlim – tempo limite; G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF.

8.2.Resultados do SIT: parâmetros de desempenho e fisiológicos

Na Figura 19 são apresentados os parâmetros de desempenho (TT, PP e PM) durante as sessões de SIT (SIT1 e SIT2) para as 3 condições de tratamento posteriormente realizadas (TFBM, RA e IAF). Foram verificadas diferenças significativas entre os momentos quando comparado o TT ($F_{(3,96)} \geq 56,422$ e $p = 0,000$), PP ($F_{(3,96)} \geq 15,910$ e $p = 0,000$) e PM ($F_{(3,96)} \geq 55,545$ e $p = 0,000$) atingidas durante os testes de *Wingate* dentro dos grupos, onde ocorreram

diminuições sistemáticas da TT, PP e PM ao longo da sessão, principalmente nos dois últimos *Wingate*'s do SIT. No entanto, não foi verificada nenhuma interações entre os grupos ($F_{(3,96)} \leq 1,823$ e $p \geq 0,132$). O %D dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} nos SIT 1 e 2 foram $-13,2 \pm 2,9$; $-14,1 \pm 3,7$; $9,94 \pm 3,4$; $-10,3 \pm 2,4$; $-10,03 \pm 2,4$ e $-11,65 \pm 3,9$ %, respectivamente. Não foram verificadas diferenças significativas entre os %D das sessões de SIT, tanto para o SIT 1 ($p = 0,772$) quanto para o 2 ($p = 0,350$).

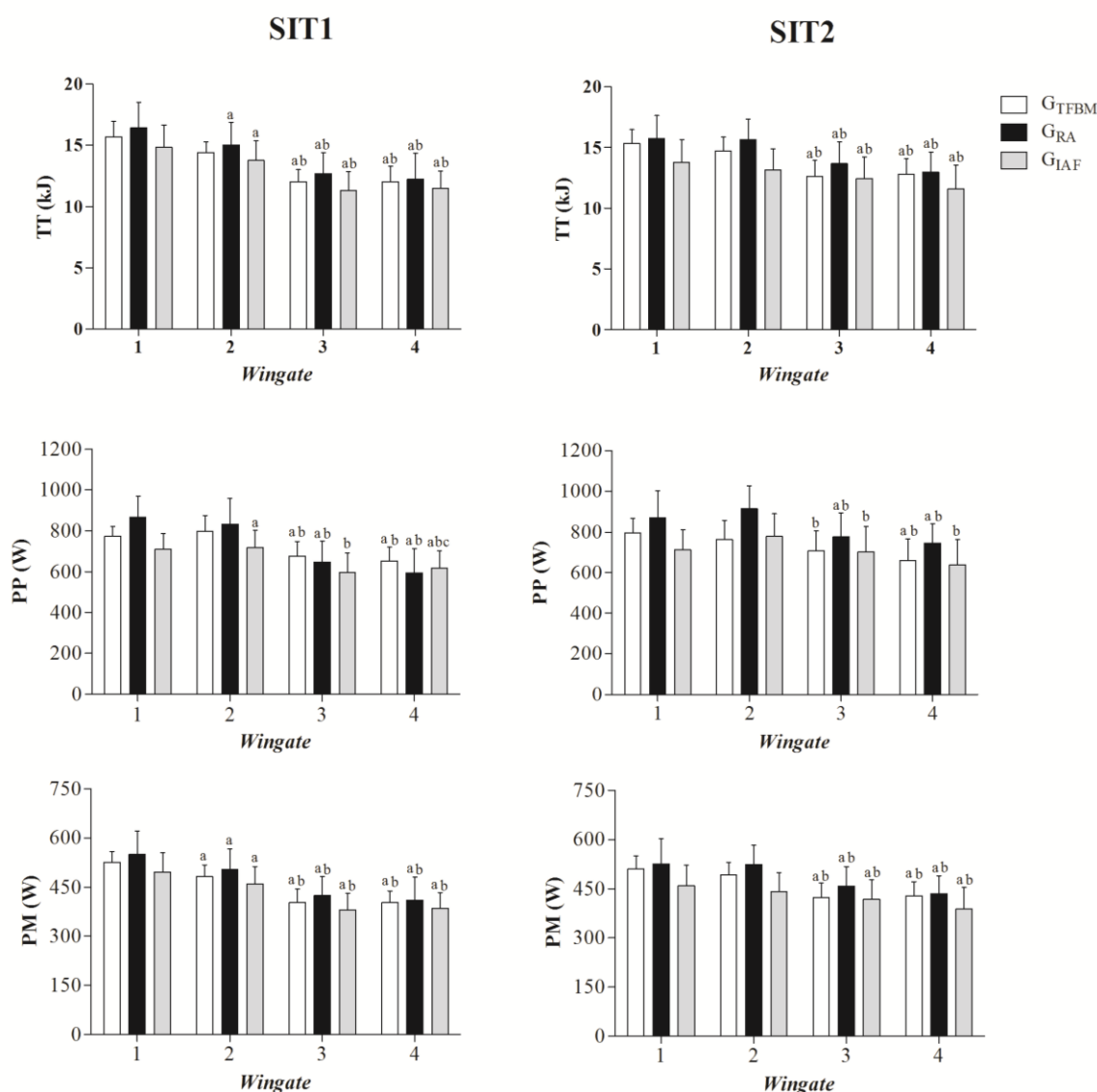


Figura 19. Comparação do desempenho nas sessões de SIT (mediana $\pm$ IC) do grupo posteriormente submetidos as intervenções TFBM, RA ou IAF. ^a $p < 0,05$ em relação ao *Wingate* 1 dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em relação ao *Wingate* 2 dentro do grupo.

SIT, Treinamento intervalado de sprints; G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF; TT, Trabalho total; PP, Potência pico; PM, Potência média.

Na Figura 20 são apresentadas as cinéticas da concentração de lactato sanguíneo antes e durante as sessões de SIT. Foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos ($F_{(6,198)} \geq 407,88$ e $p = 0,000$), principalmente dos momentos iniciais (ou seja, 0, 3,5 e 8 min) nas quais ocorreram os menores valores de lactato sanguíneo, em relação aos momentos finais (12,5, 17,0, 19,0 e 21 min). No entanto, não foi verificada nenhuma interação entre os grupos ($F_{(6,174)} \leq 0,823$ e $p \geq 0,560$). Na Figura 21 são apresentadas as cinéticas da concentração de glicose sanguíneo antes e durante as sessões de SIT. Foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos ($F_{(6,174)} \geq 9,668$ e $p = 0,000$), nos quais foram verificadas diminuições sistemáticas das concentrações de glicose ao longo da sessão de SIT em relação ao momento Pré. No entanto, não foi verificada nenhuma interações entre os grupos ($F_{(6,174)} \leq 1,700$ e $p \geq 0,140$).

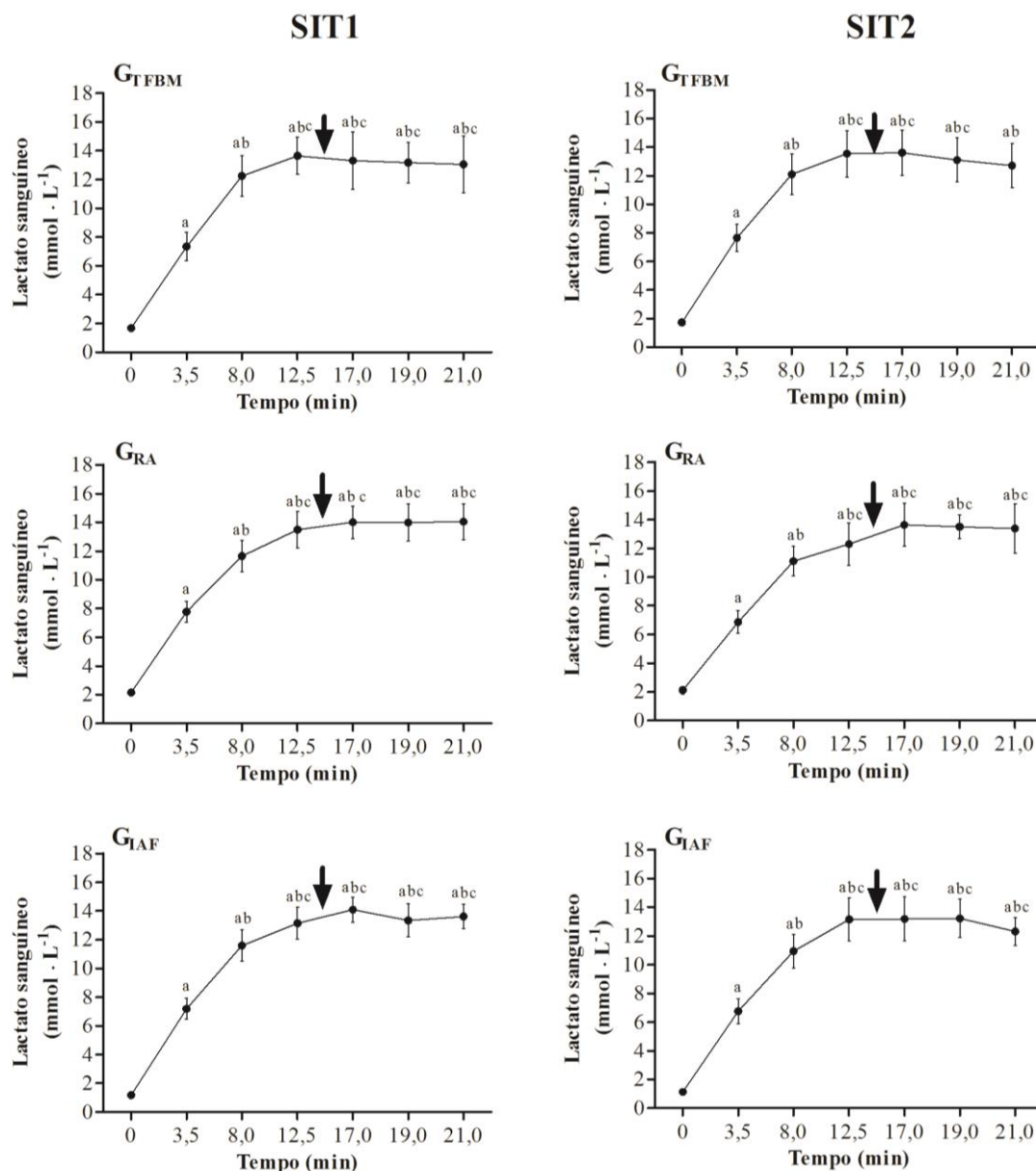


Figura 20. Cinética da concentração de lactato sanguíneo (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 minutos após cada *Wingate* e 5 e 7 min após o SIT dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} . ^a $p < 0,05$ em relação ao minuto 0 dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em relação ao minuto 3,5 dentro do grupo. ^c $p < 0,05$ em relação ao minuto 8,0 dentro do grupo. ↓ término do SIT. SIT, Treinamento intervalado de sprints; G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF.

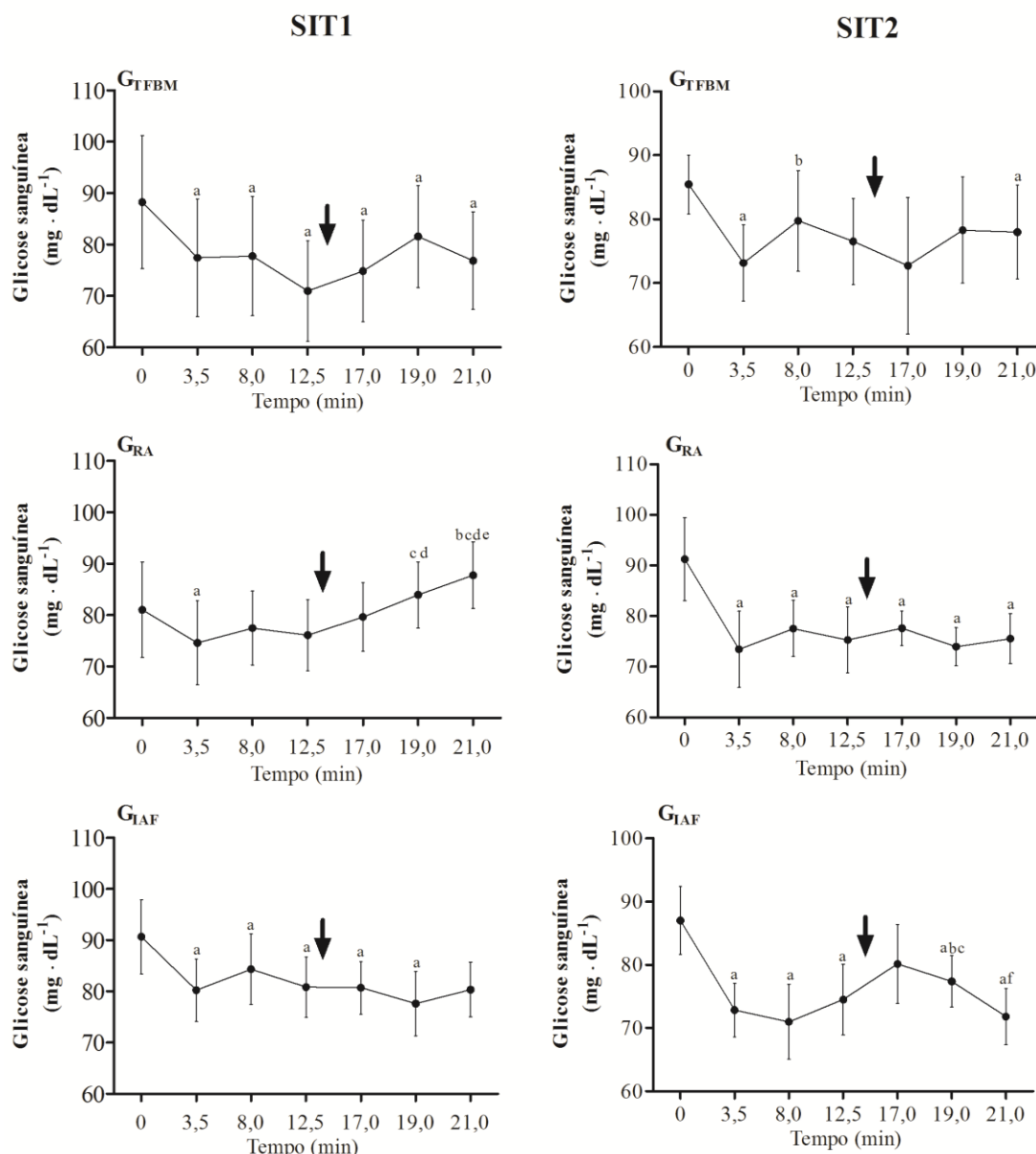


Figura 21. Cinética da glicose sanguínea (mediana $\pm$ IC) antes (Pré), 3 min após cada *Wingate* e 5 e 7 min após o SIT dos grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} . ^a $p < 0,05$ em relação ao minuto 0 dentro do grupo. ^b $p < 0,05$ em relação ao minuto 3,5 dentro do grupo. ^c $p < 0,05$ em relação ao minuto 8,0 dentro do grupo. ^d $p < 0,05$ em relação ao minuto 12,5 dentro do grupo. ^e $p < 0,05$ em relação ao minuto 17,0 dentro do grupo. ^f $p < 0,05$ em relação ao minuto 19,0 dentro do grupo. $\downarrow$ término do SIT.

SIT, Treinamento intervalado de sprints; G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF.

8.3. Resultados dos marcadores de lesão e inflamação muscular

Na Tabela 7 são apresentadas as concentrações sanguíneas de IL-10, TNF α e suas razões (IL-10/TNF α e TNF α /IL-10) expressas em valores absolutos e em percentual de diferença para o momento Pré. No grupo G_{TFBM} foi verificada uma diminuição significativa dos valores absolutos de IL-10 sanguíneo ($F_{(5,140)} = 4,213$ e $p = 0,008$) no momento 1h em relação aos momentos

24, 48 e 72 h (*post hoc*: $p = 0,002$, $p = 0,010$ e $p = 0,000$, respectivamente). Nesse mesmo grupo, quando expressa em percentual de diferença para o momento Pré também foram verificadas diminuições da concentração de IL-10 ($F_{(4,104)} = 8,565$ e $p = 0,002$) no momento 1h em relação aos momentos 24, 48 e 72 h (*post hoc*: $p = 0,040$, $p = 0,048$ e $p = 0,040$, respectivamente). Além disso, no grupo RA também foram verificadas diminuições significativas dos valores absolutos de IL-10 no momento 1h em comparação com o 24 h (*post hoc*: $p = 0,037$) e também, quando expresso em percentual de diferença para o momento Pré, no momento 30 min em comparação com o 48 h (*post hoc*: $p = 0,031$). No entanto, não foi verificada nenhuma interação entre os grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) para a concentração sanguínea de IL-10 expressas em valores absolutos ($F = 0,551$ e $p = 0,769$) e em percentual de diferença para o Pré ($F = 0,182$ e $p = 0,916$).

Para a concentração sanguínea de $TNF\alpha$ não foi verificada nenhuma diferença dentro dos grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) quando expressa em valores absolutos ($F_{(5,105)} = 1,295$ e $p = 0,283$) e também em percentual de diferença para o momento Pré ($F_{(4,80)} = 1,418$ e $p = 0,230$). Além disso, também não foi verificada nenhuma interação entre os grupos tanto em valores absolutos ($F = 1,295$ e $p = 0,283$) quanto em percentual de diferença para o momento Pré ($F = 1,418$ e $p = 0,230$). Na Tabela 8 é apresentado o tamanho do efeito, percentual de chance e a inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a concentração sanguínea de $TNF\alpha$ e IL-10 nos momentos 30 min e 1h. Foi verificado um efeito *possivelmente benéfico* da TFBM em comparação com ao G_{IAF} no momento 1 h.

Os valores absolutos da concentração sanguínea de IL-10 nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} foram de $1,81 \pm 0,83$; $2,81 \pm 0,72$ $pg \cdot mL^{-1}$, $1,14 \pm 1,82$; $2,10 \pm 2,23$ $pg \cdot mL^{-1}$ e $1,11 \pm 1,94$; $2,83 \pm 1,77$ $pg \cdot mL^{-1}$, respectivamente. Por outro lado, os valores absolutos da concentração sanguínea de $TNF\alpha$ nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} foram de $23,51 \pm 64,97$; $25,57 \pm 86,19$ $pg \cdot mL^{-1}$, $10,78 \pm 104,24$; $13,25 \pm 117,34$ $pg \cdot mL^{-1}$ e $13,39 \pm 39,46$; $21,15 \pm 41,54$ $pg \cdot mL^{-1}$, respectivamente. Foram verificados aumentos significativos entre momentos dentro dos grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) para a IL-10 ($F_{(1,31)} = 33,356$ e $p = 0,000$; *post hoc*: $p = 0,004$, $p = 0,000$ e $p = 0,006$, respectivamente), porém não foram verificadas diferenças para a $TNF\alpha$ ($F_{(1,29)} = 5,476$ e $p = 0,026$; *post hoc*: $p = 0,059$, $p = 0,161$ e $p = 0,556$, respectivamente). Além disso, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) tanto para a IL-10 ($F_{(1,31)} = 0,271$ e $p = 0,765$) quanto para a $TNF\alpha$ ($F_{(1,29)} = 0,563$ e $p = 0,576$).

Na Figura 22 são apresentados os dados individuais da concentração sanguínea de IL-10 e $TNF\alpha$ expressa percentual de diferença para o momento Pré em relação ao Pico para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} . Não foi verificada nenhuma diferença significativa entre o pico

atingido nas duas condições, tanto para a IL-10 ($F_{(2,33)} = 0,299$ e $p = 0,744$) quanto para o $\text{TNF}\alpha$ ($F_{(2,27)} = 0,826$ e $p = 0,449$).

Para as razões $\text{TNF}\alpha/\text{IL-10}$ e $\text{IL-10}/\text{TNF}\alpha$ também não foram verificadas diferenças significativas dentro dos grupos ($F_{(5,105)} = 2,016$ e $p = 0,140$; $F_{(5,105)} = 1,229$ e $p = 0,306$, respectivamente). Além disso, não foram verificadas interações entre os grupos em nenhum momento tanto para a razão $\text{TNF}\alpha/\text{IL-10}$ ($F_{(5,105)} = 0,778$ e $p = 0,557$) quanto para a $\text{IL-10}/\text{TNF}\alpha$ ($F_{(5,105)} = 1,265$ e $p = 0,292$).

Tabela 7. Concentração sanguínea de IL-10 e TNF α (mediana $\pm$ IC) expressas em diferença para o Pré e percentual de mudança, razão IL-10/TNF α e TNF α /IL-10 para os grupos G_{TFBM}, G_{RA} e G_{IAF} nos momentos Pré, 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

		Pré	30 min	1 h	24 h	48 h	72 h
G_{TFBM}	IL-10 (pg·mL⁻¹)	1,81 $\pm$ 0,83	2,18 $\pm$ 0,68	2,47 $\pm$ 0,82	1,53 $\pm$ 0,55 ^c	1,60 $\pm$ 0,58 ^c	1,69 $\pm$ 0,50 ^c
	IL-10 (% diferença)	-	26,79 $\pm$ 18,35	20,89 $\pm$ 76,56	-4,49 $\pm$ 15,33 ^c	-10,97 $\pm$ 23,35 ^c	-6,42 $\pm$ 21,77 ^c
	TNFα (pg·mL⁻¹)	23,51 $\pm$ 64,97	24,55 $\pm$ 86,07	25,57 $\pm$ 63,14	25,42 $\pm$ 62,34	22,76 $\pm$ 62,98	23,56 $\pm$ 69,18
	TNFα (% diferença)	-	4,46 $\pm$ 16,72	-2,61 $\pm$ 9,67	-9,52 $\pm$ 9,25	-7,09 $\pm$ 10,65	1,07 $\pm$ 13,18
	Razão IL-10/TNFα	0,04 $\pm$ 0,04	0,05 $\pm$ 0,10	0,05 $\pm$ 0,55	0,05 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,05	0,06 $\pm$ 0,10
	Razão TNFα/IL-10	23,40 $\pm$ 30,62	22,11 $\pm$ 30,29	20,28 $\pm$ 27,26	19,62 $\pm$ 31,12	18,56 $\pm$ 27,91	16,59 $\pm$ 32,43
G_{RA}	IL-10 (pg·mL⁻¹)	1,14 $\pm$ 1,82	1,18 $\pm$ 2,34	1,69 $\pm$ 2,20	1,33 $\pm$ 1,86 ^c	1,26 $\pm$ 175	1,52 $\pm$ 2,31
	IL-10 (% diferença)	-	16,82 $\pm$ 14,92	34,35 $\pm$ 31,59	-0,83 $\pm$ 26,59	-14,82 $\pm$ 23,29 ^b	12,29 $\pm$ 18,87
	TNFα (pg·mL⁻¹)	10,78 $\pm$ 104,24	12,43 $\pm$ 111,79	11,09 $\pm$ 139,0	13,11 $\pm$ 121,37	11,44 $\pm$ 129,49	7,20 $\pm$ 142,09
	TNFα (% diferença)	-	7,27 $\pm$ 24,93	9,31 $\pm$ 30,91	6,18 $\pm$ 20,52	3,95 $\pm$ 15,20	1,81 $\pm$ 19,19
	Razão IL-10/TNFα	0,11 $\pm$ 0,51	0,09 $\pm$ 0,43	0,18 $\pm$ 1,21	0,05 $\pm$ 0,41	0,07 $\pm$ 0,23	0,09 $\pm$ 0,88
	Razão TNFα/IL-10	9,34 $\pm$ 16,47	12,81 $\pm$ 21,22	6,81 $\pm$ 14,05	19,73 $\pm$ 14,27	14,13 $\pm$ 16,24	11,80 $\pm$ 11,63
G_{IAF}	IL-10 (pg·mL⁻¹)	1,11 $\pm$ 1,94	1,55 $\pm$ 1,86	2,29 $\pm$ 1,23	1,37 $\pm$ 0,99	1,59 $\pm$ 1,15	1,58 $\pm$ 1,16
	IL-10 (% diferença)	-	23,99 $\pm$ 32,48	46,64 $\pm$ 27,44	42,64 $\pm$ 27,44	42,50 $\pm$ 23,13	15,12 $\pm$ 30,14
	TNFα (pg·mL⁻¹)	13,39 $\pm$ 39,46	17,84 $\pm$ 43,28	16,99 $\pm$ 30,33	13,29 $\pm$ 30,34	12,73 $\pm$ 34,33	12,15 $\pm$ 24,26
	TNFα (% diferença)	-	13,59 $\pm$ 20,89	4,20 $\pm$ 14,42	-4,28 $\pm$ 21,86	-2,72 $\pm$ 15,26	-10,27 $\pm$ 8,83
	Razão IL-10/TNFα	0,07 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,04	0,10 $\pm$ 0,05	0,08 $\pm$ 0,06	0,07 $\pm$ 0,09	0,08 $\pm$ 0,08
	Razão TNFα/IL-10	13,85 $\pm$ 21,15	14,70 $\pm$ 10,84	9,84 $\pm$ 8,02	12,86 $\pm$ 12,19	14,48 $\pm$ 13,05	11,90 $\pm$ 13,08

IL-10, interleucina 10; TNF α , fator de necrose tumoral alfa; G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF. ^bp < 0,05 em comparação com o momento 30 min dentro do grupo. ^cp < 0,05 em comparação com o momento 1h dentro do grupo.

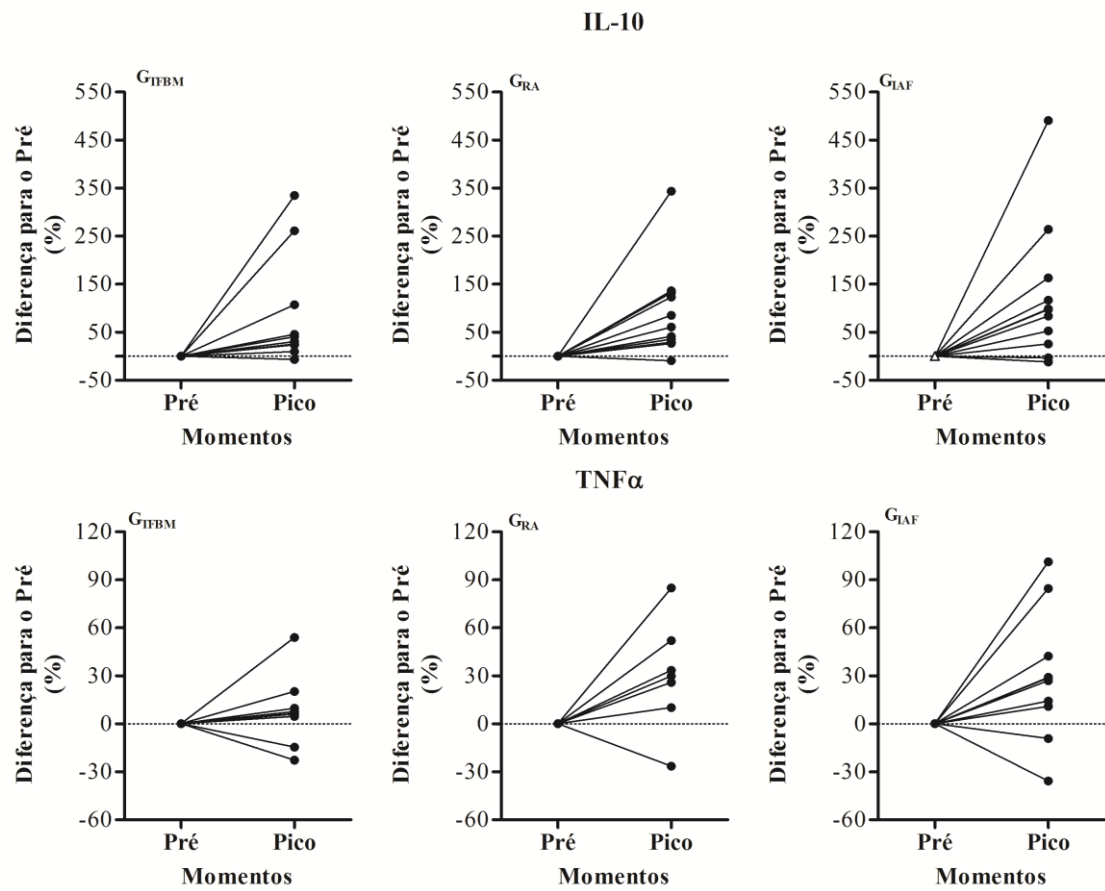


Figura 22. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de IL-10 e TNF α em percentual de diferença em relação ao momento Pré para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} .

Tabela 8. Tamanho do efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre concentração sanguínea de IL-10 e TNF α expressas em diferença para o Pré nos momentos 30 min e 1h.

			Tamanho do efeito	% Chance			Inferência
			(Cohen'd)	Prejudicial	Trivial	Benéfico	
				(+)		(-)	
IL-10	30min	G _{TFBM} -G _{RA}	0,22 (LC: -0,52 e 0,97)	52	31	17	Não claro
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,31 (LC: -0,84 e 0,23)	6	31	63	Não claro
		G _{IAF} -G _{RA}	0,88 (LC: -0,24 e 2,01)	85	10	6	Não claro
	1h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,35 (LC: -0,90 e 1,60)	58	19	23	Não claro
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,05 (LC: -0,67 e 0,57)	25	41	34	Não claro
		G _{IAF} -G _{RA}	0,48 (LC: -0,88 e 1,84)	64	16	20	Não claro
TNF α	30min	G _{TFBM} -G _{RA}	-0,15 (LC: -0,73 e 0,43)	15	41	44	Não claro
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,39 (LC: -1,02 e 0,25)	6	24	69	Não claro
		G _{IAF} -G _{RA}	0,16 (LC: -0,47 e 0,79)	46	38	17	Não claro
	1h	G _{TFBM} -G _{RA}	-0,34 (LC: -0,91 e 0,23)	6	28	66	Não claro
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,42 (LC: -1,01 e 0,16)	4	22	74	Possivelmente benéfico
		G _{IAF} -G _{RA}	-0,15 (LC: -0,74 e 0,44)	15	41	44	Não claro

IL-10, interleucina 10; TNF α , fator de necrose tumoral alfa; G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF; LC, limites de confiança.

Na Figura 23 são apresentadas as cinéticas da concentração de CK e LDH sanguíneas expressas em percentual de diferença em relação ao momento Pré. Não foram verificadas diferenças entre momentos (dentro dos grupos). Além disso, também não foram verificadas interações entre as concentração sanguínea de CK ($F_{(4,112)} = 1,401$ e $p = 0,244$) e LDH ($F_{(4,96)} = 0,885$ e $p = 0,532$) dos grupos.

Os valores absolutos da concentração sanguínea de CK nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} foram de $68,5 \pm 11,2$ e $88,0 \pm 15,1$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $111,0 \pm 64,1$ e $196,5 \pm 41,4$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, e $128,0 \pm 66,0$ e $222,0 \pm 46,0$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Por outro lado, os valores absolutos da concentração sanguínea de LDH nos momentos Pré e Pico para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} foram de $253,0 \pm 30,8$ e $321,5 \pm 44,4$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, $304,5 \pm 57,1$ e $394,5 \pm 97,6$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, e $341,0 \pm 33,1$ e $457,0 \pm 58,5$ $\text{pg}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectivamente. Foram verificados aumentos significativos entre momentos dentro do grupo IAF para a CK ($F_{(1,32)} = 9,467$ e $p = 0,004$; *post hoc*: $p = 0,033$) e para a LDH nos grupos G_{RA} e G_{IAF} ($F_{(1,31)} = 27,471$ e $p = 0,000$; *post hoc*: $p = 0,000$ e $p = 0,003$, respectivamente). No entanto, não foram verificadas interações entre os grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) tanto para a CK ($F_{(1,32)} = 0,321$ e $p = 0,728$) quanto para a LDH ($F_{(1,31)} = 1,802$ e $p = 0,182$).

Na Figura 24 são apresentados os dados individuais do percentual de diferença para o momento Pré em relação ao pico atingido em cada grupo (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}). Não foi verificada nenhuma diferença significativa entre o pico atingido nas três condições, tanto para a CK ($F_{(2,34)} = 0,410$ e $p = 0,667$) quanto para a LDH ($F_{(2,33)} = 1,734$ e $p = 0,193$).

Na Tabela 9 são apresentados os tamanhos do efeito, os percentuais de chance e as inferências do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a concentração sanguínea de CK e LDH nos momentos 24 e 48 h.

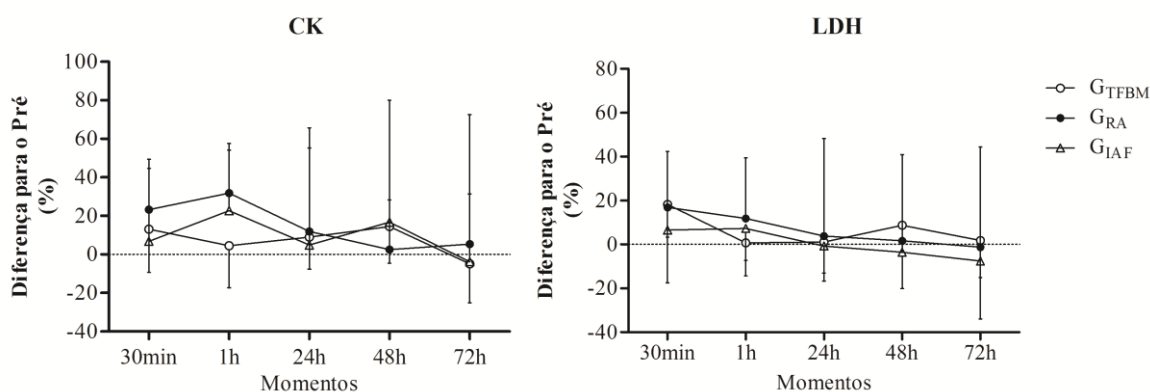


Figura 23. Cinética da concentração de CK e LDH sanguínea expressas em percentual de diferença para o Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF; CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

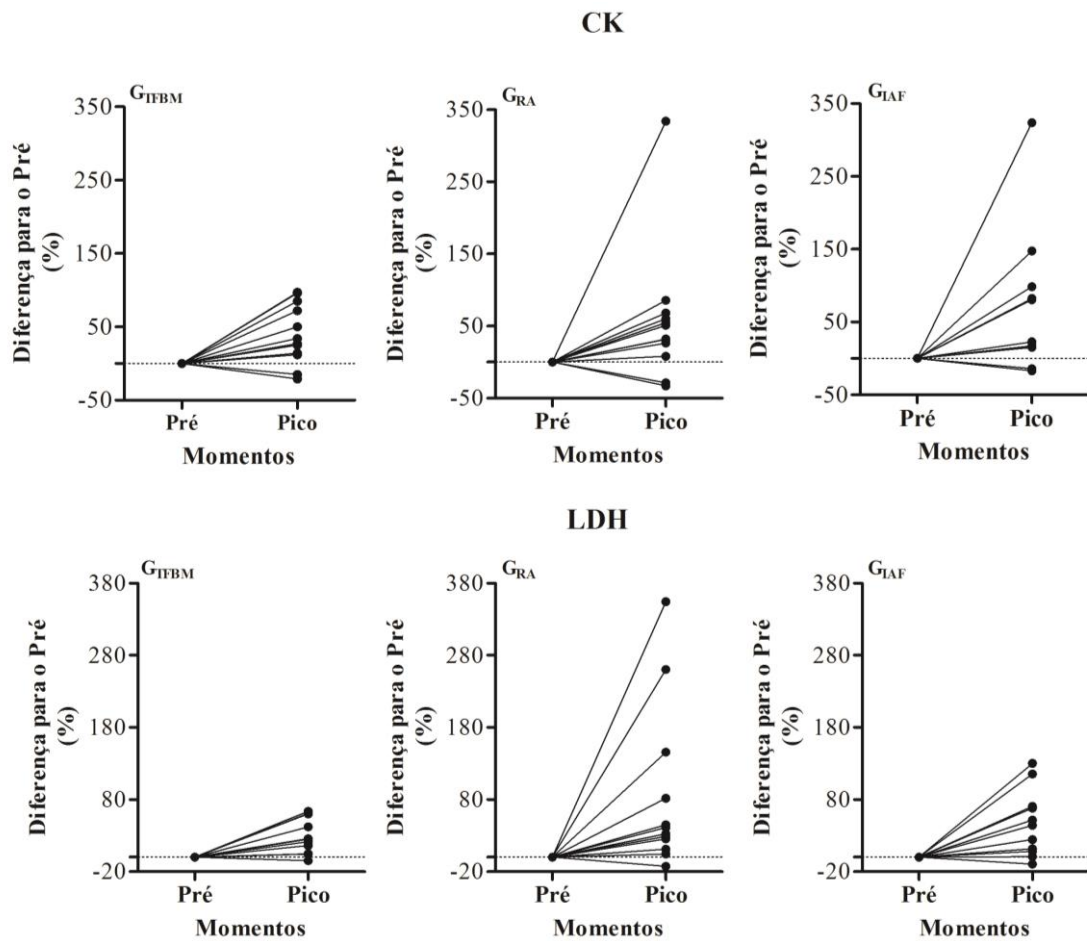


Figura 24. Dados individuais do pico da concentração sanguínea de CK e LDH em percentual de diferença em relação ao momento Pré para os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} .

G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF; CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

Tabela 9. Tamanho do efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre concentração sanguínea de CK e LDH expressas em percentual de diferença em relação ao Pré nos momentos 24 e 48 h.

			Tamanho do efeito	% Chance			Inferência
			(Cohen 'd)	Prejudicial	Trivial	Benéfico	
				(+)		(-)	
CK	24 h	G _{TFBM} -G _{RA}	-0,20 (LC: -0,69 e 0,30)	9	41	49	<i>Não claro</i>
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,29 (LC: -0,81 e 0,24)	6	33	61	<i>Não claro</i>
		G _{IAF} -G _{RA}	0,06 (LC: -0,57 e 0,70)	36	40	24	<i>Não claro</i>
	48 h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,16 (LC: -0,43 e 0,75)	45	39	15	<i>Não claro</i>
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,27 (LC: -0,80 e 0,25)	7	34	60	<i>Não claro</i>
		G _{IAF} -G _{RA}	0,80 (LC: -0,46 e 2,06)	79	11	9	<i>Não claro</i>
LDH	24 h	G _{TFBM} -G _{RA}	-0,30 (LC: -0,79 e 0,20)	5	32	63	<i>Não claro</i>
		G _{TFBM} -G _{IAF}	-0,25 (LC: -0,90 e 0,39)	12	32	56	<i>Não claro</i>
		G _{IAF} -G _{RA}	-0,21 (LC: -0,71 e 0,30)	9	40	51	<i>Não claro</i>
	48 h	G _{TFBM} -G _{RA}	-0,20 (LC: -0,70 e 0,30)	9	41	50	<i>Não claro</i>
		G _{TFBM} -G _{IAF}	0,01 (LC: -0,60 e 0,62)	30	43	28	<i>Não claro</i>
		G _{IAF} -G _{RA}	-0,20 (LC: -0,72 e 0,31)	10	40	50	<i>Não claro</i>

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF; LC, limites de confiança. CK, creatina quinase; LDH, lactato desidrogenase.

8.4. Avaliações após as intervenções (TFBM, RA e IAF): Salto vertical contra movimento e percepção de dor

Na Figura 25 são apresentados os resultados do desempenho em salto vertical contra movimento expresso em percentual de diferença para o momento Pré. Não foram verificadas diferenças significativas entre momentos dentro dos grupos ($F_{(2,60)} = 2,231$ e $p = 116$). Além disso, quando comparado os grupos (G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF}) em diferentes momentos (24, 48 e 72 h) não foram verificadas interações ($F_{(2,60)} = 1,087$ e $p = 0,371$). Na Tabela 10 são apresentadas as magnitudes do efeito, os percentuais de chance e as inferências do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a performance do salto vertical nos momentos 24, 48 e 72 h.

Na Figura 26 são apresentados os resultados da escala analógica de dor expresso em percentual de diferença para o momento Pré. Foi verificado uma diminuição da percepção de dor ($F_{(2,66)} = 8,882$ e $p = 0,000$) no momento 72 h em relação ao momento 24 h nos grupos G_{TFBM} e G_{RA} (*post hoc*: $p = 0,036$ e $p = 0,002$, respectivamente) e, além disso, houve uma menor percepção de dor no momento 72 h em relação ao 48 h no grupo G_{RA} (*post hoc*: $p = 0,036$). Apesar dessas diferenças, não foram verificadas interações entre os grupos ($F_{(2,66)} = 0,829$ e $p = 0,512$). Na Tabela 11 são apresentadas as magnitudes do efeito, os percentuais de chance e as inferências do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a percepção de dor nos momentos 24, 48 e 72 h.

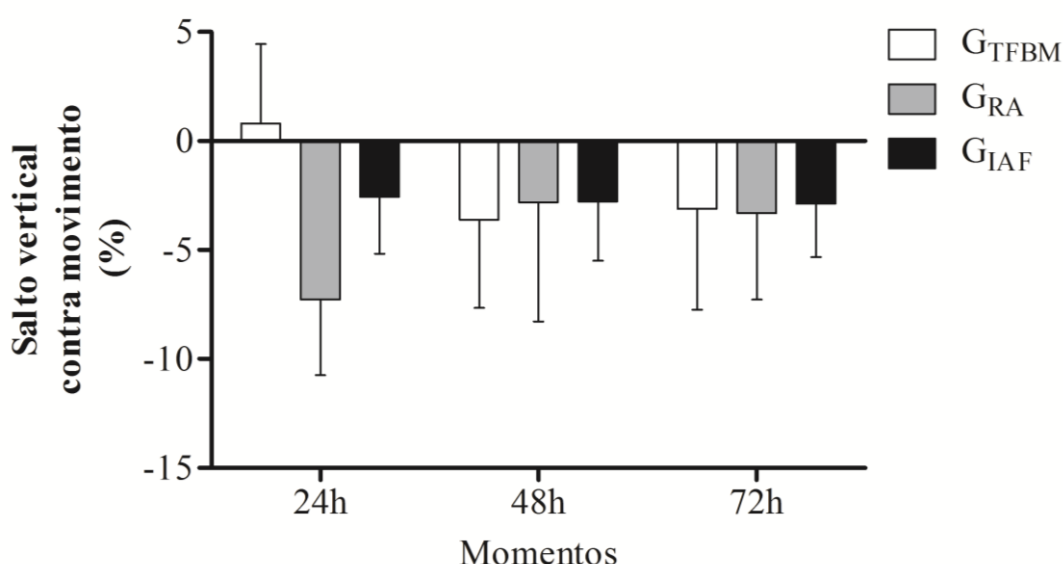


Figura 25. Comparação do efeito da TFBM, RA e IAF sobre o desempenho em salto vertical expresso em percentual de diferença para Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 24, 48 e 72 h.

G_{TFBM} , grupo submetido a TFBM; G_{RA} , grupo submetido a RA; G_{IAF} , grupo submetido a IAF.

Tabela 10. Tamanho do efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a desempenho em salto vertical expresso em percentual de diferença para o momento Pré nos momentos 30 min, 1, 24, 48 e 72 h.

		Tamanho do efeito (Cohen'd)	% Chance			Inferência
			Bené- fico (+)	Trivial	Prejudicial (-)	
24h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,92 (LC: 0,19 e 1,64)	95	4	1	Provavelmente benéfico
	G _{TFBM} -G _{IAF}	0,77 (LC: -0,03 e 1,56)	88	9	2	Provavelmente benéfico
	G _{IAF} -G _{RA}	0,30 (LC: -0,33 e 0,93)	61	30	9	Não claro
48h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,39 (LC: -0,23 e 1,02)	70	24	6	Não claro
	G _{TFBM} -G _{IAF}	0,55 (LC: -0,29 e 1,38)	76	17	7	Não claro
	G _{IAF} -G _{RA}	0,10 (LC: -0,47 e 0,67)	38	43	18	Não claro
72h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,20 (LC: -0,58 e 0,98)	50	31	19	Não claro
	G _{TFBM} -G _{IAF}	0,53 (LC: -0,47 e 1,54)	71	18	11	Não claro
	G _{IAF} -G _{RA}	-0,15 (LC: -0,76 e 0,47)	17	39	44	Não claro

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF; LC, limites de confiança.

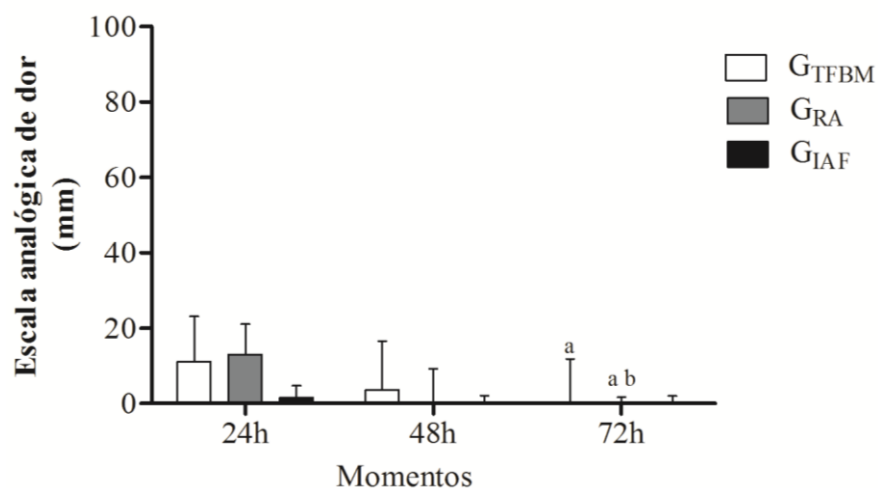


Figura 26. Comparação do efeito da TFBM, RA e IAF sobre a percepção de dor expressa em diferença para o Pré (mediana $\pm$ IC) nos momentos 24, 48 e 72 h. ^a $p < 0,05$ em comparação com 24 h no grupo. ^b $p < 0,05$ em comparação com 48 h no grupo.

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF.

Tabela 11. Tamanho do efeito, percentual de chance e inferência do efeito da TFBM, RA e IAF sobre percepção de dor expressa diferença para o Pré nos momentos 24, 48 e 72 h.

		Tamanho do efeito	% Chance			Inferência
		(Cohen'd)	Prejudicial	Trivial	Benéfico	
			(+)		(-)	
24 h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,44 (LC: -0,46 e 1,34)	67	21	12	Não claro
	G _{TFBM} -G _{IAF}	2,34 (LC: 0,53 e 4,15)	97	2	1	Muito provavel- mente prejudicial
	G _{IAF} -G _{RA}	-0,62 (LC: -1,14 e -0,11)	1	8	91	Provavelmente benéfico
48 h	G _{TFBM} -G _{RA}	0,50 (LC: -0,36 e 1,36)	72	19	9	Não claro
	G _{TFBM} -G _{IAF}	3,58 (LC: 0,59 e 6,57)	97	1	2	Muito provavel- mente prejudicial
	G _{IAF} -G _{RA}	-0,40 (LC: -0,90 e 0,09)	3	21	76	Provavelmente benéfico
72 h	G _{TFBM} -G _{RA}	3,53 (LC: -0,28 e 7,34)	93	2	5	Não claro
	G _{TFBM} -G _{IAF}	2,84 (LC: -0,07 e 5,76)	94	2	4	Provavelmente prejudicial
	G _{IAF} -G _{RA}	-0,20 (LC: -0,97 e 0,56)	19	31	50	Não claro

G_{TFBM}, grupo submetido a TFBM; G_{RA}, grupo submetido a RA; G_{IAF}, grupo submetido a IAF; LC, limites de confiança.

8.2. Discussão

O objetivo do estudo 2 foi comparar se a TFBM seria mais efetiva que a RA e IAF sobre respostas de marcadores de lesão muscular e inflamatório, percepção de dor, desempenho em salto vertical contra movimento e após sessões de treinamento intervalado de *sprints* em ciclo ergômetro. De modo geral, como principal achado do estudo 2, o efeito da TFBM sobre a recuperação muscular no grupo G_{TFBM} não foi diferente dos grupos G_{RA} e G_{IAF}. No entanto, em casos isolados a IAF foi melhor que os demais métodos na diminuição da percepção de dor e a TFBM melhor para a manutenção do desempenho em salto vertical contra movimento.

8.5.1. Marcadores de inflamação muscular

No presente estudo foi verificado um aumento significativo da concentração sanguínea de IL-10 no momento Pré em relação ao Pico em todos os grupos (valores absolutos). Esses achados estão de acordo com outros estudo que verificaram aumentos da concentração sanguínea de IL-10 após sessões de SIT (HARNISH; SABO, 2016; KASPAR et al., 2016; ANTOSIEWICZ et al., 2013). No entanto, apesar desse aumento da concentração de IL-10, não foram verificadas interações entre os grupos G_{TFBM} , G_{RA} e G_{IAF} .

Esses resultados não estão de acordo com os achados de Zagatto et al. (2016) que verificaram efeitos moderados da TFBM sobre a concentração sanguínea de IL-10. Corroborando com esses achados, Rowsell et al. (2014) verificaram um efeito possivelmente benéfico da IAF sobre a concentração sanguínea de IL-10 após sessões intensas de treinamento. Por outro lado, recentemente, Peake et al. (2017) comparam o efeito da RA e da IAF sobre a concentração sanguínea de IL-10 após uma sessão aguda de exercício resistido e não verificaram nenhum efeito benéfico desses métodos sobre a concentração sanguínea de IL-10.

Dessa forma, o efeito desses métodos sobre a concentração de IL-10 ainda é controverso, e uma possível explicação para esses diferentes resultados são os diferentes parâmetros de aplicação utilizados nas intervenções. Até o presente momento, por exemplo, não existem muitas informações da melhor intensidade e duração para realização da RA (BARNETT et al., 2006), além disso, no caso da TFBM, apesar de um recente esforço para padronização das doses (AVER VANIN et al., 2016; ALBUQUERQUE-PONTES et al., 2015), ainda não está claro qual a dose ideal para cada situação. Dentre estes métodos, a IAF é a intervenção que possui o maior número de evidências referentes aos parâmetros de aplicação (MACHADO et al., 2016; HOHENAUER et al., 2015), no entanto, mesmo assim existem na literatura muitos resultados controversos em relação ao seu uso.

Não foram verificados aumentos significativos da concentração sanguínea de $TNF\alpha$ dentro dos grupos. Além disso, não houve interação entre as intervenções. Uma das principais características do desenho experimental do presente estudo são as duas sessões de SIT realizadas em um intervalo de 24 h, visando, principalmente, potencializar as respostas das citocinas. Estudos recentes têm reportado um modesto aumento da concentração sanguínea de $TNF\alpha$ 45 min após uma única sessão de SIT (ZWETSLOOT et al., 2014) e, em alguns casos, nenhum aumento (HARNISH; SABO, 2016). No entanto, esperava-se no presente estudo um aumento expressivo da concentração de $TNF\alpha$, tendo em vista sobrecarga gerada por duas sessões de SIT e a susceptibilidade a inflamação muscular de pessoas com um baixo nível de aptidão física, como sugerido por Antosiewicz et al. (2013).

Por meio da análise da magnitude do efeito a TFBM foi melhor que a IAF para diminuir a concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ 1 h após o SIT. Corroborando com esses achados, Zagatto et al. (2016) verificou um efeito pequeno à moderado da TFBM sobre a concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ de jogadores de polo aquático. Além disso, Amadio et al. (2015) também verificaram uma diminuição da concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$, no entanto, somente quando a TFBM foi associada com o treinamento. O menor valor de concentração de $\text{TNF}\alpha$ em relação ao grupo G_{IAF} observado no presente estudo, pode representar um efeito anti-inflamatório da TFBM, resultante da inibição da $\text{TNF}\alpha$ por meio da IL-10.

Por outro lado, a não efetividade da IAF em diminuir a concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ já é reportada na literatura. Townsend et al. (2015) submeteram voluntários treinados a exercícios resistidos seguidos de IAF (10 min a 10 - 12° C) ou estímulos elétricos neuromusculares, além de um grupo controle, e não verificaram nenhum efeito da IAF sobre a concentração sanguínea de $\text{TNF}\alpha$ imediatamente, 30 min, 24 e 48 h depois a sessão de exercício. Corroborando esses achados, Peake et al. (2016) também não verificaram diminuições significativas da $\text{TNF}\alpha$ por meio da IAF (10 min a 10°C) após exercícios de resistência.

Portanto, de modo geral, não foram verificadas diferenças entre os efeitos da TFBM, RA e IAF sobre a concentração sanguínea de IL-10, apenas uma diferença da TFBM sobre a concentração de $\text{TNF}\alpha$ no momento 1 h em relação ao grupo IAF.

8.5.2. Marcadores de lesão muscular

A CK é um dos principais marcadores de lesão muscular utilizados no âmbito esportivo, pois é uma enzima altamente responsiva ao exercício físico (BRANCACCIO et al., 2008). Alguns estudos têm sugerido que uma sessão de SIT é suficiente para aumentar significativamente a concentração sanguínea de CK (HADIDI et al., 2014; BOGDANIS et al., 2013). No entanto, no presente estudo, não foram verificados aumentos significativos da concentração dessa enzima após as sessões de SIT, apesar de algumas tendências no percentual de aumento para todas as intervenções (TFBM, RA e IAF) (Figura 23).

Além desse resultado, não foram verificadas diferenças entre os efeitos das intervenções (TFBM, RA e IAF) sobre a concentração de CK. Recentemente, alguns estudos têm investigado o efeito dessas intervenções sobre a concentração sanguínea de CK, porém, de forma isolada. Zuzuki et al. (2003), por exemplo, compararam o efeito da RA e da recuperação passiva sobre a concentração sanguínea de CK após uma partida oficial de rúgbi e não verificaram nenhum efeito das intervenções sobre essa enzima. Corroborando com esses achados, Vieira et al. (2016) também não verificaram diminuições significativas da concentração de CK após sessões de

IAF. Por outro lado, a TFBM vem sendo apontada como um método eficiente para diminuir a concentração sanguínea de CK.

Dos Reis et al. (2014) compararam o efeito da TFBM aplicada antes e após sessões de exercício para indução de lesão sobre a concentração sanguínea de CK e verificaram uma diminuição significativa da concentração dessa enzima no grupo G_{TFBM} após, em comparação com os grupos G_{PLA} e G_{TFBM} antes. Corroborando com esses achados, Felismino et al. (2014) também investigaram o efeito da TFBM sobre a concentração sanguínea de CK, no entanto, após sessões de exercício resistido e verificaram uma diminuição significativa da concentração sanguínea de CK por meio da TFBM. Além desses resultados, existem indícios de que a TFBM seja mais eficiente que a crioterapia para diminuir a concentração dessa enzima (PAIVA et al., 2016; DE MARCHI et al., 2017). No entanto, esses resultados não foram encontrados no presente estudo.

Foram verificados aumentos significativos da concentração sanguínea de LDH no momento Pico em relação ao Pré dos grupos G_{RA} e G_{IAF} (valores absolutos). Além disso, na Figura 24 pode ser observada uma menor tendência de aumento da LDH no grupo G_{TFBM} . Alguns estudos têm reportado a diminuição da concentração de LDH por meio da TFBM (DE MARCHI et al., 2012; BARONI et al., 2010; VIEIRA et al., 2006), esse efeito, assim como a diminuição da CK, tem como possível explicação a diminuição da produção de radicais hidroxila, que por sua vez podem contribuir com a diminuição da lesão no sarcolema e, conseqüentemente, com o menor extravasamento de conteúdo intracelulares para a corrente sanguínea (FERRARESI et al., 2012; LIU et al., 2009).

Portanto, no presente estudo não foi verificada nenhuma diferença entre os efeitos dos métodos de recuperação (TFBM, RA e IAF) sobre a concentração sanguínea de CK. No entanto, foram verificados alguns indícios de que a TFBM pode ser mais eficiente que os demais grupos em impedir o aumento da concentração sanguínea de LDH.

8.5.3. Salto vertical contra movimento

Por meio da análise da magnitude do efeito, foram verificados efeitos benéficos da TFBM sobre o salto vertical em relação aos grupos G_{RA} e G_{IAF} . De Marchi et al. (2017), em um estudo semelhante, compararam o efeito da TFBM, crioterapia e da combinação das duas intervenções em ordens diferentes (TFBM + crioterapia e crioterapia + TFBM), sobre a recuperação do desempenho em contração voluntária máxima após uma sessão de exercício para indução a lesão muscular. Os autores verificaram que a crioterapia não foi eficiente para manutenção da contração voluntária máxima em nenhum momento (imediatamente após, 60 min, 24, 48 e 72 h),

ao contrário da TFBM, TFBM + crioterapia e crioterapia + TFBM que apresentaram aumentos significativos da força da contração voluntária máxima após o exercício de indução a lesão.

Recentemente, Paiva et al. (2016) também compararam o efeito das quatro intervenções (TFBM, crioterapia, TFBM + crioterapia e crioterapia + TFBM) sobre a recuperação do desempenho em contração voluntária máxima. Nesse estudo, foi verificado um aumento significativo da força da contração quando utilizadas a TFBM e a TFBM + crioterapia, reforçando assim os achados de De Marchi et al. (2017).

Os achados do presente estudo corroboram com os resultados de Paiva et al. (2016) e De Marchi et al. (2017), tendo em vista que o efeito da TFBM foi melhor para a manutenção do desempenho de saltos verticais contra movimento em comparação com a IAF. Além disso, a TFBM também foi melhor que a RA na manutenção do desempenho de saltos verticais contra movimento. Nesse contexto, apesar da ampla utilização da RA no âmbito esportivo após sessões de treinamento exaustivos, existem poucas evidências de sua efetividade para a manutenção do desempenho na literatura. Cabe destacar que o presente estudo é o primeiro a comparar o efeito das 3 terapias no desempenho em salto vertical contra movimento.

Portanto, foi concluído que os efeitos da TFBM, RA e IAF não foram diferentes sobre a manutenção do desempenho em salto vertical contra movimento.

8.2.4. Escala visual analógica de dor

No presente estudo a IAF foi mais eficiente que a TFBM e a RA para diminuir a percepção de dor. Nesse contexto, alguns estudos têm reportado a eficácia da IAF na diminuição da percepção de dor após diferentes tipos de exercício (STANLEY; BUCHHEIT; PEAKE, 2012; JAKEMAN; MACRAE; ESTON, 2009; BAILEY; ERITH; GRIFFIN, 2007). Essa diminuição é explicada, principalmente, pela vasoconstrição dos capilares que diminuem a sua permeabilidade e dificulta a difusão de substâncias para o tecido, levando a diminuição da inflamação e da dor associada a esse processo (WILCOCK; CRONIN; HING, 2006).

Por outro lado, esses resultados diferem de estudos mais recentes que compararam o efeito da crioterapia com a TFBM. Paiva et al. (2016) verificaram que em vários momentos após uma sessão de indução a lesão (imediatamente após, 1, 24, 48, 72 e 96 h) a percepção de dor foi menor em grupos submetidos a TFBM, sendo a percepção do grupo submetido a crioterapia similar a do grupo PLA. Além disso, foi verificado que a IAF passa ser eficiente somente por meio da combinação TFBM+IAF. Corroborando fortemente com esses achados, De Marchi et

al. (2017) também verificaram uma maior efetividade do grupo submetido a TFBM na diminuição da percepção de dor após o exercício de indução a lesão muscular. Nesse estudo a crioterapia também só foi eficiente quando associada a TFBM.

Apesar desses resultados contrários à efetividade da crioterapia, sabe-se atualmente que o controle da temperatura é de extrema importância para o efeito benéfico desse método (MACHADO et al., 2016). Desse modo, no estudo de Paiva et al. (2016) e De Marchi et al. (2017) a crioterapia foi realizada por meio de bolsas de gelo, o que dificulta a diminuição da temperatura próximo ao ideal (10°) (MACHADO et al., 2016), impossibilita a manutenção da temperatura durante o procedimento, além de proporcionar uma superfície de contato pequena em relação a IAF.

Portanto, no presente estudo a IAF foi melhor que a TFBM e a RA para diminuir a percepção de dor após sessões de SIT. Apesar desse resultado, cabe ressaltar que a impossibilidade do cegamento nesse tipo de desenho experimental aumenta as possibilidades de efeito placebo, que por sua vez podem gerar interferências nos resultados.

9. CONCLUSÃO

Com base nos resultados dos estudos 1 e 2, a TFBM, de modo geral, teve um efeito ligeiramente benéfico sobre a recuperação muscular após sessões de SIT em ciclo ergômetro. No entanto, os efeitos da TFBM não foram predominantemente melhores sobre os parâmetros de recuperação muscular quando comparados com a RA e a IAF.

10. REFERÊNCIA

- ANDERS, J. J.; LANZAFAME, R. J.; ARANY, P. R. Low-level light/laser therapy versus photobiomodulation therapy. *Photomed Laser Surg*, v. 33, n. 4, p. 183-4, 2015.
- ALBUQUERQUE-PONTES, G. M.; VIEIRA, R. P.; TOMAZONI, S. S.; CAIRES, C. O.; NEMETH, V.; AVER VANIN, A.; SANTOS, L. A.; PINTO, H. D.; MARCOS, R. L.; BJORDAL, J. M.; DE CARVALHO, P. T.; LEAL JUNIOR, E. C. 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 Med Sci*, v. 30, n. 1, p. 59-66. 2015.
- ALMEIDA, P.; LOPES-MARTINS, R. A.; TOMAZONI, S. S.; SILVA, J. Á. Jr.; DE CARVALHO, P. D. E. T.; BJORDAL, J. M.; LEAL JUNIOR, E. C. Low-level laser therapy improves skeletal muscle performance, decreases skeletal muscle damage and modulates mRNA expression of COX-1 and COX-2 in a dose-dependent manner. *Photochem Photobiol*, v. 87, n. 5, p. 1159-63, 2011.
- ALVES S. M. A.; PINFILDI, C. E.; NETO, L. N.; LOURENÇO, R. P.; DE AZEVEDO, P. H.; DOURADO, V. Z. Acute effects of low-level laser therapy on physiologic and electromyographic responses to the cardiopulmonary exercise testing in healthy untrained adults. *Lasers Med Sci*, v. 29, n. 6, p. 1945-51, 2014.
- AMADIO, E. M.; SERRA, A. J.; GUARALDO, S. A.; SILVA, J. A. Jr.; ANTÔNIO, E. L.; SILVA, F.; PORTES, L. A.; TUCCI, P. J.; LEAL JUNIOR, E. C.; DE CARVALHO, P. T. The action of pre-exercise low-level laser therapy (LLLT) on the expression of IL-6 and TNF- α proteins and on the functional fitness of elderly rats subjected to aerobic training. *Lasers Med Sci*, v. 30, n. 3, p. 1127-34, 2015.
- ANTOSIEWICZ, J.; KACZOR, J. J.; KASPROWICZ, K.; LASKOWSKI, R.; KUJACH, S.; LUSZCZYK, M.; RADZIMINSKI, L.; ZIEMANN, E. Repeated "all out" interval exercise causes an increase in serum hepcidin concentration in both trained and untrained men. *Cell Immunol*, v. 283, n. 1-2, p.12-7, 2013.
- AREND, W. P. The balance between IL-1 and IL-1Ra in disease. *Cytokine & Growth Factor Reviews*, v.13, n. 4-5, p. 323-40, 2002.
- ASTORINO, T. A.; SCHUBERT, M. M. Individual responses to completion of short-term and chronic interval training: a retrospective study. *PLoS One*, v. 9 n. 5, p. e97638, 2014.
- AVER VANIN, A. V.; DE MARCHI, T.; TOMAZONI, S. S.; TAIROVA, O.; CASALECHI, H. L.; CARVALHO P. T. C.; BJORDAL, J. M.; LEAL JUNIOR, E. C. Pre-Exercise Infrared Low-Level Laser Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans, What Is the Optimal Dose? A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial. *Photomed Laser Surg*, v. 34, n. 10, p. 473-482, 2016.
- BAILEY, D. M.; ERITH, S. J.; GRIFFIN, P. J.; DOWSON, A.; BREWER, D. S.; GANT, N.; WILLIAMS, C. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci*, v. 25, n. 11, p. 1163-70, 2007.

BAYATI, M.; FARZAD, B.; GHARAKHANLOU, R.; AGHA-ALINEJAD, H. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble 'all-out' sprint interval training. *J Sports Sci Med*, v. 10, n. 3, p. 571-6, 2011.

BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Med*, v. 36, n. 9, p. 781-96, 2006.

BARONI, B. M.; RODRIGUES, R.; FREIRE, B. B.; FRANKE, R. A.; GEREMIA, J. M.; VAZ, M. A. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *Eur J Appl Physiol*, v. 115, n. 3, p. 639-47, 2015.

BARONI, B. M.; LEAL JUNIOR, E. C.; DE MARCHI, T.; LOPES, A. L.; SALVADOR, M.; VAZ, M. A. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol*, v. 110, n. 4, p. 789–796, 2010.

BIJUR, P. E.; SILVER, W.; GALLAGHER, E. J. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med*, v. 8, n. 12, p. 1153-7, 2001.

BOGDANIS, G. C.; STAVRINO, P.; FATOUROS, I. G.; PHILIPPOU, A.; CHATZINIKOLAOU, A.; DRAGANIDIS, D.; ERMIDIS, G.; MARIDAKI, M. Short-term high-intensity interval exercise training attenuates oxidative stress responses and improves antioxidant status in healthy humans. *Food Chem Toxicol*, v. 61, p. 171-7, 2013.

BOLGER, A. P.; SHARMA, R.; VON HAEHLING, S.; DOEHNER, W.; OLIVER, B.; RAUCHAUS, M.; COATS, A. J.; ADCOCK, I. M.; ANKER, S. D. Effect of interleukin-10 on the production of tumor necrosis factor-alpha by peripheral blood mono-nuclear cells from patients with chronic heart failure. *Am J Cardiol*, v. 90, n. 4, p. 384-9. 2002.

BORG, G. Ratings of perceived exertion and heart rates during short-term cycle exercise and their use in a new cycling strength test. *Int J Sports Med*, v. 3, n. 3, p. 153-8, 1982.

BORGES, L. S.; CERQUEIRA, M. S.; DOS SANTOS ROCHA, J. A.; CONRADO, L. A.; MACHADO, M.; PEREIRA, R.; PINTO NETO, O. Light-emitting diode phototherapy improves muscle recovery after a damaging exercise. *Lasers Med Sci*, v. 29, n. 3, p. 1139-44, 2014.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; BUONAURO, R.; LIMONGELLI, F. M. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin Sports Med*, v. 27, n. 1, p. 1-18, 2008.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med*, v. 43, n. 5, p. 313-38, 2013.

BROPHY-WILLIAMS, N.; LANDERS, G.; WALLMAN, K. Effect Of Immediate And Delayed Cold Water Immersion After A High Intensity Exercise Session On Subsequent Run Performance. *J Sports Sci Med*, v. 10, n. 4, p. 665–670, 2011.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*, v. 43, n. 5, p. 313-38, 2013

- BURGOMASTER, K. A.; HUGHES, S. C.; HEIGENHAUSER, G. J.; BRADWELL, S. N.; GIBALA, M. J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol*, v. 98, n. 6, p. 1985-90, 2005.
- CARLSSON, A. M. Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. *Pain*, v. 16, n. 1, p. 87-101, 1983.
- CAMARGO, M. Z.; SIQUEIRA, C. P.; PRETI, M. C.; NAKAMURA, F. Y.; DE LIMA, F. M.; DIAS, I. F.; TOGINHO FILHO, D.O.; RAMOS, S. P. Effects of light emitting diode (LED) therapy and cold water immersion therapy on exercise-induced muscle damage in rats. *Lasers Med Sci*, v. 27, n. 5, p. 1051-8, 2012.
- CHEN, A. C.; ARANY, P. R.; HUANG, Y. Y.; TOMKINSON, E. M.; SHARMA, S. K.; KHARKWAL, G. B.; SALEEM, T.; MOONEY, D.; YULL, F. E.; BLACKWELL, T. S.; HAMBLIN, M. R. Low-level laser therapy activates NF-kB via generation of reactive oxygen species in mouse embryonic fibroblasts. *PLoS One*, v. 6, n. 7, 2011.
- COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Second Edition ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates 1988.
- COUPER, K. N.; BLOUNT, D. G.; RILEY, E. M. IL-10: the master regulator of immunity to infection. *J Immunol*, v. 180, n. 9, p. 5771-7, 2008.
- CRAIG, J. A.; BARLAS, P.; BAXTER, G. D.; WALSH, D. M.; ALLEN, J. M. Delayed-onset muscle soreness: lack of effect of combined phototherapy/low-intensity laser therapy at low pulse repetition rates. *J Clin Laser Med Surg*, v. 14, n. 6, p. 375-380, 1996.
- CROFT, L.; BARTLETT, J. D.; MACLAREN, D. P.; REILLY, T.; EVANS, L.; MATTEY, D. L.; NIXON, N. B.; DRUST, B.; MORTON, J. P. High-intensity interval training attenuates the exercise-induced increase in plasma IL-6 in response to acute exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*, v. 34, n. 6, p. 1098-107, 2009.
- DAWSON, B.; FITZSIMONS, M.; GREEN, S.; GOODMAN, C.; CAREY, M.; COLE, K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, v. 78, n. 2, p. 163-9, 1998.
- DENIS, R.; O'BRIEN, C.; DELAHUNT, E. The effects of light emitting diode therapy following high intensity exercise. *Phys Ther Sport*, v. 14, n. 2, p. 110-5, 2013.
- DE MARCHI, T.; LEAL JUNIOR, E. C.; BORTOLI, C.; TOMAZONI, S. S.; LOPES-MARTINS, R. A.; SALVADOR, M. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers Med Sci*, v. 27, n. 1, p. 231-6, 2012.
- DE MARCHI, T.; SCHMITT, V.M.; MACHADO, G. P.; DE SENE, J. S.; DE COL, C. D.; TAIROVA, O.; SALVADOR, M.; LEAL JUNIOR E. C. Does photobiomodulation therapy is better than cryotherapy in muscle recovery after a high-intensity exercise? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*, v. 32, n. 2, p. 429-437, 2017.
- DE OLIVEIRA, C. M. B.; SAKATA, R. K.; ISSY, A. M.; GEROLA, L. R.; SALOMÃO, R. *Citocinas e Dor*, v. 61, n. 2, p. 255-265, 2011.

DE PAIVA, P. R.; TOMAZONI, S. S.; JOHNSON, D. S.; AVER VANIN, A.; ALBUQUERQUE-PONTES, G. M.; MACHADO, C. D.; CASALECHI, H. L.; DE CARVALHO, P. T.; LEAL JUNIOR, E. C. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*, v. 31, n. 9, p. 1925-1933, 2016.

DE PAUW, K.; ROELANDS, B.; CHEUNG, S. S.; DE GEUS, B.; RIETJENS, G.; MEEU-SEN, R. Guidelines to Classify Subject Groups in Sport-Science Research. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 8, p.111-122, 2013.

DEVLIN, J.; PATON, B.; POOLE, L.; SUN, W.; FERGUSON, C.; WILSON, J.; KEMI, O. J. Blood lactate clearance after maximal exercise depends on active recovery intensity. *J Sports Med Phys Fitness*, v. 54, n. 3, p. 271-8, 2014.

DOURIS, P.; SOUTHARD, V.; FERRIGI, R.; GRAUER, J.; KATZ, D.; NASCIMENTO, C.; PODBIELSKI, P. Effect of phototherapy on delayed onset muscle soreness. *Photomed Laser Surg*, v. 24, n. 3, p. 377-82, 2006.

DOS REIS, F. A.; DA SILVA, B. A.; LARAIA, E. M.; DE MELO, R. M.; SILVA, P. H.; LEAL JUNIOR, E. C.; DE CARVALHO, P. T. 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. *Photomed Laser Surg*, v. 32, n. 2, p. 106-12, 2014.

ESBJÖRNSSON, M.; HELLSTEN-WESTING, Y.; BALSOM, P. D.; SJÖDIN, B.; JANS-SON, E. Muscle fibre type changes with sprint training: effect of training pattern. *Acta Physiol Scand*, v.149, n. 2, p. 245-6, 1993.

FAIRCHILD, T. J.; ARMSTRONG, A. A.; RAO, A.; LIU, H.; LAWRENCE, S.; FOURNIER, P. A. Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. *Med Sci Sports Exerc*, v. 35, n. 4, p. 595-602, 2003.

FARIVAR, S.; MALEKSHAHI, T.; SHIARI, R. Biological Effects of Low Level Laser Therapy. *J Lasers Med Sci*, v. 5, n. 2, p. 58–62, 2014.

FELISMINO, A S.; COSTA, E. C.; AOKI, M. S.; FERRARESI, C.; LEMOS, T. M. A. M.; DE BRITO VIEIRA, W. H. Effect of low-level laser therapy (808 nm) on markers of muscle damage: a randomized double-blind placebo-controlled trial. *Lasers Med Sci*, v. 29, n. 3, p. 933-8, 2014.

FERNANDES, R. A.; CHRISTOFARO, D. G. D.; BUONANI, C.; MONTERIRO, H. L.; CARDOSO, J. R.; FREITAS, I. F, et al. Performance of body fat and body mass index cutoffs in elevated blood pressure screening among male children and adolescents. *Hypertens Res*, v. 34, n. 8, p. 963-7, 2011.

FERRARESI, C.; DOS SANTOS, R. V.; MARQUES, G.; ZANGRANDE, M.; LEONALDO, R.; HAMBLIN, M. R.; BAGNATO, V. S.; PARIZOTTO, N. A. Light-emitting diode therapy (LEDT) before matches prevents increase in creatine kinase with a light dose response in volleyball players. *Lasers Med Sci*, v. 30, n. 4, p. 1281-7, 2015a.

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

FRY, A. C.; KRAEMER, W. J. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med*, v. 23, n. 2, p. 106-29, 1997.

GIBALA, M. J.; LITTLE, J. P.; MACDONALD, M. J.; HAWLEY, J. A. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*, v. 590, n. 5, p. 1077-84, 2012.

GIBALA, M. J.; LITTLE, J. P.; VAN ESSEN, M.; WILKIN, G. P.; BURGOMASTER, K. A.; SAFDAR, A.; RAHA, S.; TARNOPOLSKY, M. A. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*, v. 575, n. 3, p. 901-11, 2006.

GREEN, H. J.; CADEFAU, J.; CUSSÓ, R.; BALL-BURNETT, M.; JAMIESON, G. Metabolic adaptations to short-term training are expressed early in submaximal exercise. *Can J Physiol Pharmacol*, v. 73, n. 4, p. 474-82, 1995.

GULICK, D. T.; KIMURA, I. F. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? *J Sport Rehabil*, v. 5, n. 3, p. 234-243, 1996.

HADIDI, A.; KORDI, M.; HADIDI, V.; RAMEZANI, M.; SHAFIEE, A. Response of skeletal muscles damage markers to single bout of high intensity interval exercise in professional soccer players. *Intl. Res. J. Appl. Basic. Sci.*, v. 8, n. 10, p. 1706-1709, 2014.

HAYWORTH, C. R.; ROJAS, J. C.; PADILLA, E.; HOLMES, G. M.; SHERIDAN, E. C.; GONZALEZ-LIMA, F. In Vivo Low-level Light Therapy Increases Cytochrome Oxidase in Skeletal Muscle. *Photochem Photobiol*, v. 86, n. 3, p. 673-80, 2010.

HARNISH, C. R.; SABO, R. T. Comparison of Two Different Sprint Interval Training Work-to-Rest Ratios on Acute Inflammatory Responses. *Sports Med Open*, v. 2, n. 1, p. 20, 2016.

HELGERUD, J.; HØYDAL, K.; WANG, E.; KARLSEN, T.; BERG, P.; BJERKAAS, M.; SIMONSEN, T.; HELGESEN, C.; HJORTH, N.; BACH, R.; HOFF, J. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*, v. 39, n. 4, p. 665-71, 2007.

HIGASHI, R. H.; TOMA, R. L.; TUCCI, H. T.; PEDRONI, C. R.; FERREIRA, P. D.; BALDINI, G.; AVEIRO, M. C.; BORGHI-SILVA, A.; DE OLIVEIRA, A. S.; RENNO, A. C. Effects of low-level laser therapy on biceps braquialis muscle fatigue in young women. *Photomed Laser Surg*, v. 31, n. 12, p. 586-94, 2013.

HOHENAUER, E.; TAEYMANS, J.; BAEYENS, J. P.; CLARYS, P.; CLIJSEN, R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*, v. 10, n. 9, 2015.

HOPKINS, W. G.; MARSHALL S. W.; BATTERHAM, A. M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 41, n. 1, p. 3–13, 2009.

HOWLEY, E.T.; BASSETT, D. R. Jr.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med Sci Sports Exerc*, v. 27, n. 9, p. 1292-301, 1995.

IHSAN, M.; WATSON, G.; LIPSKI, M.; ABBISS, C. R. Influence of post exercise cooling on muscle oxygenation and blood volume changes. *Med Sci Sports Exerc*, v. 45, n. 5, p. 876–882, 2013.

HUANG, Y. Y.; CHEN, A. C.; CARROLL, J. D.; HAMBLIN, M. R. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response*, v. 7, n. 4, p. 358-83, 2009.

JOHN, C. S.; LAWRENCE, M. M.; SHANELY, R. A.; BATTISTA, R. A.; ZWETSLOOT, K. A. Low-volume high intensity interval training induces a modest inflammatory response in young active males. *The FASEB Journal*, v. 27, n. 1, 2013.

JAKEMAN, J. R.; MACRAE, R.; ESTON, R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics*, v. 52, n. 4, p. 456-60, 2009.

TOWNSEND, J. R.; HOFFMAN, J. R.; FRAGALA, M. S.; JAJTNER, A. R.; GONZALEZ, A. M.; WELLS, A. J.; MANGINE, G. T.; FUKUDA, D. H.; STOUT, J. R. TNF- α and TNFR1 responses to recovery therapies following acute resistance exercise. *Front Physiol*, v. 6, n. 48, 2015.

KARU, T. I.; PYATIBRAT, L. V.; AFANASYEVA, N. I. Cellular effects of low power laser therapy can be mediated by nitric oxide. *Lasers Surg Med*, v. 36, n. 4, p. 307–14, 2005.

KASPAR, F.; JELINEK, H. F.; PERKINS, S.; AL-AUBAIDY, H. A.; DEJONG, B.; BUTKOWSKI, E. Acute-Phase Inflammatory Response to Single-Bout HIIT and Endurance Training: A Comparative Study. *Mediators Inflamm*, 2016.

KUIPERS, H. Training and overtraining: an introduction. *Med Sci Sports Exerc*, v. 30, n. 7, p. 1137-9, 1998.

LANE, N. Cell biology: power games. *Nature*, v. 443, n. 7114, p. 901–3, 2006.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; DALAN, F.; FERRARI, M.; SBABO, F. M.; GENEROSI, R. A.; BARONI, B. M.; PENNA, S. C.; IVERSEN, V. V.; BJORDAL, J. M. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Photomed Laser Surg*, v. 26, n. 5, p. 419-24, 2008.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; BARONI, B. M.; DE MARCHI, T.; TAUFER, D.; MANFRO, D. S.; RECH, M.; DANNA, V.; GROSSELLI, D.; GENEROSI, R. A.; MARCOS, R. L.; RAMOS, L.; BJORDAL, J. M. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. *Lasers Med Sci*, v. 24, n. 6, p. 857-63, 2009.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; BARONI, B. M.; DE MARCHI, T.; ROSSI, R. P.; GROSSELLI, D.; GENEROSI, R. A.; DE GODOI, V.; BASSO, M.; MANCALOSSO, J. L.; BJORDAL, J. M. Comparison between single-diode low-level laser therapy (LLL) and LED multi-diode (cluster) therapy (LEDT) applications before high-intensity exercise. *Photomed Laser Surg*, v. 27, n. 4, p. 617-23, 2009b.

LEAL JUNIOR, E. C.; LOPES-MARTINS, R. A.; AVER VANIN, A. A.; BARONI, B. M.; GROSSELLI, D.; DE MARCHI, T.; IVERSEN, V. V.; BJORDAL, J. M. Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Lasers Med Sci*, v. 24, n. 3, p. 425-31, 2009a.

LEAL JUNIOR, E. C. P.; BARONI, B. M.; ROSSI, R. P.; GODOI, V.; DE MARCHI, T.; TOMAZONI, S. S.; DE ALMEIDA, P.; SALVADOR, M.; GROSSELLI, D.; GENEROSI, R. A.; BASSO, M.; MANCALOSSO, J. L.; LOPES-MARTINS, R. A. B. Light Emitting Diode Therapy (LEDT) applied pre-Exercise inhibits lipid peroxidation in athletes after High-Intensity exercise. A Preliminary Study. *Rev Bras Med Esporte*, v. 17, n. 1, 2011.

LEE, H.; NATSUI, H.; AKIMOTO, T.; YANAGI, K.; OSHISHIMA, N.; KONO, I. Effects of cryotherapy after contusion using real-time intravital microscopy. *Med Sci Sports Exerc*, v. 37, n. 7, p. 1093–1098, 2005.

LIN, E.; CALVANO, S. E.; LOWRY, S. F. Inflammatory cytokines and cell response in surgery. *Surgery*, v. 127, n. 2, p. 117-26, 2000.

LIU, H.; COLAVITTI, R.; ROVIRA, I. I.; FINKEL, T. Redox-dependent transcriptional regulation. *Circ Res*, v. 97, n. 10, p. 967-74, 2005.

LIU, X. G.; ZHOU, Y. J.; LIU, T. C.; YUAN, J. Q. Effects of low-level laser irradiation on rat skeletal muscle injury after eccentric exercise. *Photomed Laser Surg*, v. 27, n. 6, p. 863–9, 2009.

LITTLE, J. P.; SAFDAR, A.; WILKIN, G. P.; TARNOPOLSKY, M. A.; GIBALA, M. J. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J Physiol*, v. 588, n. 6, p. 1011-22, 2010.

MACHADO, A. F.; FERREIRA, P. H.; MICHELETTI, J. K.; DE ALMEIDA, A. C., LEMES, Í. R.; VANDERLEI, F. M.; NETTO JUNIOR, J.; PASTRE, C. M. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med*, v. 46, n. 4, p. 503-14, 2016.

MALTA, E. S.; DE POLI, R. A. B.; BRISOLA, G. P. M.; MILIONI, F.; MIYAGI, W. E.; MACHADO, F. A.; ZAGATTO, A. M. Acute LED irradiation does not change the anaerobic capacity and time to exhaustion during a high-intensity running effort: a double-blind, crossover, and placebo-controlled study : Effects of LED irradiation on anaerobic capacity and performance in running. *Lasers Med Sci*, v. 31, n. 7, p. 1473-80, 2016.

MANGIAFICO, R. A.; MALATINO, L. S.; SANTONOCITO, M.; SPADA, R. S.; TAMBURINO, G. Plasma endothelin-1 concentrations during cold exposure in essential acrocyanosis. *Angiology*, v. 47, n. 11, p. 1033–1038, 1996.

- MARTÍNEZ, A. C.; ALVAREZ-MON, M. O sistema imunológico (I): Conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. *Rev Bras Med Esporte*, v. 5, n. 3, p. 120-125, 1999.
- MAWHINNEY, C.; JONES, H.; JOO, C. H.; LOW, D. A.; GREEN, D. J.; GREGSON, W. Influence of cold-water immersion on limb and cutaneous blood flow after exercise. *Med Sci Sports Exerc*, v. 45, n. 12, p. 2277–2285, 2013.
- MCAINCH, A. J.; FEBBRAIO, M. A.; PARKIN, J. M.; ZHAO, S.; TANGALAKIS, K.; STOJANOVSKA, L.; CAREY, M. F. Effect of active versus passive recovery on metabolism and performance during subsequent exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, v. 14, n. 2, p. 185-96, 2004.
- MECKEL, Y.; ELIAKIM, A.; SERAEV, M.; ZALDIVAR, F.; COOPER, D. M.; SAGIV, M.; NEMET, D. The effect of a brief sprint interval exercise on growth factors and inflammatory mediators. *J Strength Cond Res*, v. 23, n. 1, p. 225-30, 2009.
- MENZIES, P.; MENZIES, C.; MCINTYRE, L.; PATERSON, P.; WILSON, J.; KEMI, OJ. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci*, v. 28, n. 9, p. 975-82, 2010.
- MESTER, E.; SZENDE, B.; TOTA, J. G. Effect of laser on hair growth of mice. *Kiserl Orvostud*, v. 19, p. 628-631, 1967.
- MIFFLIN, M. D.; ST JEOR, S. T.; HILL, L. A.; SCOTT, B. J.; DAUGHERTY, S. A.; KOH, Y. O. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*, v. 51, n. 2, p. 241-7, 1990.
- MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Heat stress impairs repeated jump ability after competitive elite soccer games. *J Strength Cond Res*, v. 27, n. 3, p. 683-9, 2013.
- NAGATA, S. Apoptosis by death factor. *Cell*, v. 88, n. 3, p. 355-65, 1997.
- NAMPO, F. K.; CAVALHERI, V.; RAMOS, S. P.; CAMARGO, E. A. Effect of low-level phototherapy on delayed onset muscle soreness: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci*, v. 31, n. 1, p. 165-77, 2016.
- NÉDÉLEC, M.; MCCALL, A.; CARLING, C.; LEGALL, F.; BERTHOIN, S.; DUPONT, G. Recovery in soccer: part ii-recovery strategies. *Sports Med*, v. 43, n. 1, p. 9-22, 2013.
- NIEMAN, D. C.; ZWETSLOOT, K. A.; MEANEY, M. P.; LOMIWES, D. D.; HURST, S. M.; HURST, R. D. Post-Exercise Skeletal Muscle Glycogen Related to Plasma Cytokines and Muscle IL-6 Protein Content, but not Muscle Cytokine mRNA Expression. *Front Nutr*, v. 2, n. 27, 2015.
- OSTROWSKI, K.; HERMANN, C.; BANGASH, A.; SCHJERLING, P.; NIELSEN, J. N.; PEDERSEN, B. K. A trauma-like elevation of plasma cytokines in humans in response to treadmill running. *J Physiol*, v. 513, n. 3, p. 889-94, 1998.

OZYENER, F.; ROSSITER, H. B.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J. Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. *J Physiol*, v. 533, p. 891 – 902, 2001.

PAIVA, P. R.; TOMAZONI, S. S.; JOHNSON, D. S.; AVER VANIN, A. A.; ALBUQUERQUE-PONTES, G. M.; MACHADO, C. D.; CASALECHI, H. L.; DE CARVALHO, P. T.; LEAL JUNIOR, E. C. Photobiomodulation therapy (PBMT) and/or cryotherapy in skeletal muscle restitution, what is better? A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*, v. 31, n. 9, p. 1925-1933. 2016.

PEAKE, J.; ROBERTS, L.; RAASTAD, T.; FIGUEIREDO, V.; CAMERON-SMITH, D.; COOMBES, J.; MARKWORTH, J. The effects of cold water immersion on inflammation, growth and neurotrophic factors in skeletal muscle after resistance exercise. *The FASEB Journal*, v. 30, n. 1, 2016.

PEAKE, J. M.; ROBERTS, L. A.; FIGUEIREDO, V. C.; EGNER, I.; KROG, S.; AAS, S. N.; SUZUKI, K.; MARKWORTH, J. F.; COOMBES, J. S.; CAMERON-SMITH, D.; RAASTAD, T. The effects of cold water immersion and active recovery on inflammation and cell stress responses in human skeletal muscle after resistance exercise. *J Physiol*, v. 595, n. 3, p. 695-711, 2017.

PEELING, P.; DAWSON, B.; GOODMAN, C.; LANDERS, G.; WIEGERINCK, E. T.; SWINKELS, D. W.; TRINDER, D. Training surface and intensity: inflammation, hemolysis, and hepcidin expression. *Med Sci Sports Exerc*. v. 41, n. 5, p. 1138-45, 2009.

PEDERSEN, B. K.; STEENBERG, A.; FISCHER, C.; KELLER, C.; KELLER, P.; PLOMGAARD, P.; FEBBRAIO, M.; SALTIN, B. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *J Muscle Res Cell Motil*, v. 24, n. 2-3, p. 113-9, 2003.

PEIFFER, J. J.; ABBISS, C. R.; WATSON, G.; NOSAKA, K.; LAURSEN, P. B. Effect of cold-water immersion duration on body temperature and muscle function. *J Sports Sci*, v. 27, n. 10, p. 987-93, 2009.

PEDERSEN, B. K.; ROHDE, T.; OSTROWSKI, K. Recovery of the immune system after exercise. *Acta Physiol Scand*, v. 162, n. 3, p. 325-32, 1998.

PETERSEN, A. M. W.; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl Physiol*, v. 98, n. 4, p. 1154–1162, 2005.

PETERS FUTRE E. M.; NOAKES, T. D.; RAINE, R. I.; TERBLANCHE, S. E. Muscle glycogen repletion during active postexercise recovery. *Am J Physiol*, v. 253, n. 3 Pt 1, p. E305-11, 1987.

POWERS, S. K.; JACKSON, M. J. Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiol Rev*, v. 88, n. 4, p. 1243– 76, 2008.

PUTMAN, C. T.; JONES, N. L.; HULTMAN, E.; HOLLIDGE-HORVAT, M. G.; BONEN, A.; MCCONACHIE, D. R.; HEIGENHAUSER, G. J. Effects of short-term submaximal training in humans on muscle metabolism in exercise. *Am J Physiol*, v. 275, v. 1 Pt 1, p. E132-9, 1998.

- RALL, J. A. Energetic aspects of skeletal muscle contraction: implications of fiber types. *Exerc Sport Sci Rev*, v. 13, p. 33-74, 1985.
- REILLY, T.; EKBLÖM, B. The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci*, v. 23, n. 6, p. 619-27, 2005.
- ROBERTS, L. A.; NOSAKA, K.; COOMBES, J. S.; PEAKE, J. M. Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v. 307, n. 8, p. R998-R1008, 2014.
- ROELANDTS, R. A new light on Niels Finsen, a century after his Nobel Prize. *Photodermatol Photoimmunol Photomed*, v. 21, p. 115-117, 2005
- ROWSELL, G. J.; COUTTS, A. J.; REABURN, P.; HILL-HAAS, S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *J Sports Sci*, v. 27, n. 6, p. 565-73, 2009.
- SANTOS, V. B. C.; RAMOS, S. P.; MILANEZ, V. F.; CORRÊA, J. C.; ALVES, R. I. A.; DIAS, I. F.; NAKAMURA, F. Y. LED therapy or cryotherapy between exercise intervals in Wistar rats: anti-inflammatory and ergogenic effects. *Lasers Med Sci*, v. 29, n. 2, p. 599-605, 2014.
- SILVA, F. O. C.; MACEDO, D. V. Exercício físico, processo inflamatório e adaptação: uma visão geral. *Rev. bras. cineantropom. desempenho hum.*, v. 13, n. 4, 2011.
- SILVEIRA, P. C.; SILVA, L. A.; FRAGA, D. B.; FREITAS, T. P.; STRECK, E. L.; PINHO, R. Evaluation of mitochondrial respiratory chain activity in muscle healing by low-level laser therapy. *J Photochem Photobiol*, v. 95, n. 2, p. 89 - 92, 2009.
- SOMMER, A. P.; PINHEIRO, A. L.; MESTER, A. R.; FRANKE, R. P.; WHELAN, H. T. Biostimulatory windows in low-intensity laser activation: lasers, scanners, and NASA's light-emitting diode array system. *J Clin Laser Med Surg*, v. 19, p. 29-33, 2001
- SUZUKI, M.; UMEDA, T.; NAKAJI, S.; SHIMOYAMA, T.; MASHIKO, T.; SUGAWARA, K. Effect of incorporating low intensity exercise into the recovery period after a rugby match. *Br J Sports Med*, v. 38, n. 4, p. 436-40, 2004.
- STANLEY, J.; BUCHHEIT, M.; PEAKE, J. M. The effect of post-exercise hydrotherapy on subsequent exercise performance and heart rate variability. *Eur J Appl Physiol*, v. 112, n. 3, p. 951-61, 2012.
- TAVARES, F.; SMITH, T. B.; DRILLER, M. Fatigue and Recovery in Rugby: A Review. *Sports Med*, 2017, in press.
- TIDBALL, J. G. Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, v. 288, n. 2, p. 2005.

THORSTENSSON, A.; SJÖDIN, B.; KARLSSON, J. Enzyme activities and muscle strength after "sprint training" in man. *Acta Physiol Scand*, v. 94, n. 3, p. 313-8, 1975.

VARAMENTI, E. I.; KYPAROS, A.; VESKOUKIS, A. S.; BAKOU, M.; KALABOKA, S.; JAMURTAS, A. Z.; KOUTEDAKIS, Y.; KOURETAS, D. Oxidative stress, inflammation and angiogenesis markers in elite female water polo athletes throughout a season. *Food Chem Toxicol*, v. 61, p. 3-8, 2013.

VERSEY, N. G.; HALSON, S. L.; DAWSON, B. T. Water immersion recovery for athletes: effect on exercise performance and practical recommendations. *Sports Med*, v. 43, n. 11, p. 1101-30, 2013.

VIEIRA, A.; SIQUEIRA, A. F.; FERREIRA-JUNIOR, J. B.; DO CARMO, J.; DURIGAN, J. L.; BLAZEVOICH, A.; BOTTARO, M. The Effect of Water Temperature during Cold-Water Immersion on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage. *Int J Sports Med*, v. 37, n. 12, p. 937-943, 2016.

VIEIRA, W. H. B.; GOES, R.; COSTA, F. C.; PARIZOTTO, N. A.; PEREZ, S. E. A.; BALDISSERA, V.; MUNIN, F. S.; SCHWANTES, M. L. B. Adaptação enzimática da LDH em ratos submetidos a treinamento aeróbio em esteira e laser de baixa intensidade. *Rev bras Fisioter*, v.10, n.2, p. 206-211, 2006.

VIEIRA, W. H. B.; BEZERRA, R. M.; QUEIROZ, R. A.; MACIEL, N. F.; PARIZOTTO, N. A.; FERRARESI, C. Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial. *Photomed Laser Surg*, v. 32, n. 12, p. 678-85, 2014.

WEBER, C. L.; SCHNEIDER, D. A. Increases in maximal accumulated oxygen deficit after high-intensity interval training are not gender dependent. *J Appl Physiol*, v. 92, n. 5, p. 1795-801, 2002.

WEBER, C. L.; SCHNEIDER, D. A. Maximal accumulated oxygen deficit expressed relative to the active muscle mass for cycling in untrained male and female subjects. *Eur J Appl Physiol*, v. 82, p. 255-261, 2000.

WESTON, M.; TAYLOR, K. L.; BATTERHAM, A. M. HOPKINS, W. G. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Med*, v. 44, n. 7, p. 1005-17, 2014.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G. Emerging roles of ROS/RNS in muscle function and fatigue. *Antioxid Redox Signal*, v. 15, n. 9, p. 2487-99, 2011.

WHITE, G. E.; RHIND, S. G.; WELLS, G. D. The effect of various cold-water immersion protocols on exercise-induced inflammatory response and functional recovery from high-intensity sprint exercise. *Eur J Appl Physiol*, v. 114, n. 11, p. 2353-67, 2014.

WHYTE, L. J.; GILL, J. M.; CATHCART, A. J. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, v. 59, n. 10, p. 1421-8, 2010.

WIGERNAES, I.; HOSTMARK, A. T.; KIERULF, P.; STROMME, S. B. Active recovery reduces the decrease in circulating white blood cells after exercise. *Int J Sports Med*, v. 21, n. 8, p. 608-612, 2000.

WIGERNAES, I.; HOSTMARK, A. T.; STROMME, S. B.; KIERULF, P.; BIRKELAND, K. Active recovery and post-exercise white blood cell count, free fatty acids, and hormones in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol*, v. 84, n. 4, p. 358-366, 2001.

WILCOCK, I. M.; CRONIN, J. B.; HING, W. A. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery. *Sports Med*, v. 36, n. 9, p. 1–18, 2006.

ZAGATTO, A. M.; RAMOS, S. P.; NAKAMURA, F. Y.; LIRA, F. S.; LOPES-MARTINS, R. Á.; CARVALHO, R.L.P. 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 Med Sci*, v. 31, n. 3, p. 511-21, 2016.

ZWETSLOOT, K. A.; JOHN, C. S.; LAWRENCE, M. M.; BATTISTA, R. A.; SHANELY, R. A. High-intensity interval training induces a modest systemic inflammatory response in active, young men. *J Inflamm Res*, v. 7, p. 9-17, 2014.

11. ANEXOS

11.1. Anexo I – termos de consentimento

Título do Projeto

Estudo 1

EFEITO DA LED TERAPIA SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto.

A LED terapia é um tratamento realizado por meio da aplicação de luz na pele. Essa luz pode influenciar no funcionamento do sistema imunológico que é responsável pela defesa e pelo processo de regeneração/reparo (recuperação) do corpo. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo investigar se o tratamento com luz (LED terapia) pode melhorar a recuperação muscular após um exercício forte em bicicleta. Para isso, necessitaremos realizar exercícios fortes, seguidos de sessões de tratamento com luz (LED terapia) e também coletas de sangue para que a análise da recuperação possa ser investigada. Para participar do estudo você deve ser moderadamente ativo, do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, que não apresenta hábitos regulares de consumo de bebidas alcoólicas, tabagismo, doenças crônicas degenerativas ou cardíacas e que não esteja fazendo uso de suplementos alimentares.

Não poderão participar do estudo pessoas com nível de atividade física caracterizada como atletas, com histórico de lesão e que estejam utilizando remédios anti-inflamatórios. Caso aceite participar do estudo, você terá que realizar os seguintes procedimentos: na primeira visita, você realizará um teste de salto e um exercício na bicicleta no qual a carga será aumentada gradativamente até o momento que você não consiga mais continuar o exercício (exaustão); na segunda, terceira, quarta e quinta visita, você realizará uma sessão de exercício de alta intensidade que consiste em pedalar na maior velocidade possível por 30s. No entanto, em cada dia de visita você realizará esse esforço 4 vezes com descanso de 4 minutos entre cada pedalada. Além disso, após a terceira e a quinta visita, você será submetido a uma sessão de tratamento com luz (LED terapia) ou placebo (tratamento com o LED desligado). Após esses tratamentos você deverá retornar ao laboratório três vezes (24, 48 e 72 horas após) para realizar coletas de amostras sanguíneas e testes de salto.

No total serão realizadas onze visitas ao laboratório e cada visita terá uma duração média de uma hora e meia. Além disso, você deverá estar em jejum antes de todos os testes e receberá um café da manhã no laboratório. O objetivo de estar em jejum é que não altera

as respostas das substâncias que serão analisadas no sangue, assim como realizado em qualquer exame de sangue de rotina.

Serão realizadas coletas de amostras de sangue venoso do braço e também pequenas amostras de sangue (aproximadamente 1 gota de sangue) da orelha, sendo assim você poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da agulha. Todos esses procedimentos serão aplicados por um profissional capacitado e experiente, sendo que os equipamentos utilizados para a coleta de material biológico são esterilizados. Os materiais utilizados para coleta sanguínea são descartáveis e inutilizados após o uso individual. Todas as amostras de material biológico coletados serão utilizadas somente no presente estudo e então imediatamente descartadas seguindo as recomendações de descarte de resíduo de material biológico.

Os testes apresentam risco médio inerente à prática de exercícios físicos de alta intensidade, riscos estes que podem ser esclarecidos pelo responsável da pesquisa. Apesar de raro, há possibilidade de alterações orgânicas durante a realização de qualquer tipo de teste físico que podem ter respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas situações ataque cardíaco. Portanto, profissionais qualificados estarão à disposição para tais eventualidades.

O tratamento com luz (LED terapia) nas configurações utilizadas no presente estudo não oferece nenhum risco a sua saúde.

Para a realização dos procedimentos, a data de início será previamente agendada conforme a sua disponibilidade, para não prejudicar sua rotina de trabalho ou estudo.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para (14) 3103-6082 / Ramal 7991 ou 7620 (Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto). Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da UNESP campus de Bauru.

Sua participação no estudo é voluntária e não haverá nenhuma recompensa financeira ou de qualquer outra natureza. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do Voluntário: _____ Data: _____

RG ou CPF: _____ Telefon _____

E-mail: _____

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

Título do Projeto

Estudo 2

EFEITO DA LED TERAPIA SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto.

A LED terapia é um tratamento realizado por meio da aplicação de luz na pele. Essa luz pode influenciar no funcionamento do sistema imunológico que é responsável pela defesa e pelo processo de regeneração/reparo (recuperação) do corpo. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo investigar se o tratamento com luz (LED terapia) afeta de alguma forma a recuperação após uma sessão de exercício na bicicleta e se esse método é mais eficiente que outros tipos de recuperação. Para isso, necessitaremos realizar sessões de exercícios fortes, seguidas de uma sessão de tratamento com luz (LED terapia), imersão em água fria, exercício de intensidade fraca e coletas de sangue para que a análise da recuperação possa ser investigada.

Para participar do estudo você deve ser moderadamente ativo, do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, que não apresentem hábitos regulares de consumo de bebidas alcoólicas, tabagismo, doenças crônicas degenerativas ou cardíacas e que não estejam fazendo uso de suplementos alimentares.

Não poderão participar do estudo pessoas com nível de atividade física caracterizada como atletas, com histórico de lesão e que estejam utilizando remédio anti-inflamatório.

Caso aceite participar do estudo, você terá que realizar os seguintes procedimentos: na primeira visita, você realizará um teste de salto e um exercício na bicicleta no qual a carga será aumentada gradativamente até o momento que você não consiga mais continuar o exercício (exaustão); na segunda e terceira visita, você realizará uma sessão de exercício de alta intensidade que consiste em pedalar na maior velocidade possível por 30s. No entanto, em cada dia de visita você realizará esse esforço por 4 vezes com descanso de 4 minutos entre cada pedalada. Além disso, após a segunda sessão de exercício de alta intensidade, você será submetido a uma sessão de terapia visando à recuperação muscular (tratamento com luz - LED ou imersão em água fria ou um exercício de baixa intensidade na bicicleta ou nenhuma das recuperações citadas anteriormente) e deverá retornar ao laboratório três vezes (24, 48 e 72 horas após) para realizar coleta de amostras sanguíneas e testes de salto.

No total serão realizadas seis visitas ao laboratório e cada visita terá uma duração média de uma hora e meia. Você deverá estar em jejum antes de todos os testes e receberá um café da manhã no laboratório. O objetivo de estar em jejum é não alterar as respostas das substâncias que serão analisadas no sangue, assim como realizado em qualquer exame de sangue de rotina.

Serão realizadas coletas de amostras de sangue venoso do braço e também pequenas amostras de sangue (aproximadamente uma gota de sangue) da orelha, sendo assim você poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da agulha. Todos esses procedimentos serão aplicados por um profissional capacitado e experiente, sendo que os equipamentos utilizados para a coleta de

material biológico são esterilizados. Os materiais utilizados para coleta sanguínea são descartáveis e inutilizados após o uso individual. Todas as amostras de material biológico coletados serão utilizadas somente no presente estudo e então imediatamente descartadas seguindo as recomendações de descarte de resíduo de material biológico.

Os testes apresentam risco médio inerente à prática de exercícios físicos extenuantes, riscos estes que podem ser esclarecidos pelo responsável da pesquisa. Apesar de raro, há possibilidade de alterações orgânicas durante a realização de qualquer tipo de teste físico que podem ter respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas situações ataque cardíaco. Portanto profissionais qualificados estarão à disposição para tais eventualidades. O tratamento com luz (LED terapia) nas configurações utilizadas no presente estudo não oferece nenhum risco a sua saúde.

É possível que durante a imersão em água fria você sinta um ligeiro desconforto e a perda reversível da sensibilidade em alguns lugares do corpo devido à temperatura da água, no entanto, isso não oferecerá nenhum risco a sua integridade física.

Para a realização dos procedimentos, a data de início das sessões de exercício será previamente agendada conforme a sua disponibilidade, para não prejudicar sua rotina de trabalho ou estudo. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para (14) 3103-6082 / Ramal 7991 ou 7620 (Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto). Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo chame o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da UNESP campus de Bauru.

Sua participação no estudo é voluntária e não haverá nenhuma recompensa financeira ou de qualquer outra natureza. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do Voluntário: _____ Data: _____

RG ou CPF: _____ Telefone: _____

E-mail: _____

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

11.2. Anexo II – Aceite do comitê de ética

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA LED TERAPIA SOBRE A RECUPERAÇÃO MUSCULAR APÓS SESSÕES DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

Pesquisador: Alessandro Moura Zagatto

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 44110215.1.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.139.070

Data da Relatoria: 02/07/2015

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto reencaminhado a este comitê para ajustes no TCLE.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar a efetividade da LED terapia aguda e crônica nas respostas inflamatórias, de lesão muscular e no desempenho após esforços intervalados de alta intensidade em ciclo ergômetro.

Para responder o objetivo geral, o respectivo projeto será dividido em três estudos distintos, que terão especificamente como propósito:

- 1) Estudo 1: Avaliar o efeito da aplicação aguda da LED terapia após sessão de HIT sobre as respostas inflamatórias (fator de Necrose Tumoral Alfa - TNF; Interleucina-1 - IL-1; Interleucina-10 - IL-10; Interleucina-6 - IL-6; antagonista do receptor de interleucina-1 - IL-1ra; proteína C reativa – PCR; prostaglandina E2 - PGE2), marcadores de lesão muscular (Creatina quinase – CK, Lactato desidrogenase - LDH) e de percepção de dor.
- 2) Estudo 2: Comparar as respostas inflamatórias (idem marcadores do estudo 1), marcadores de lesão muscular (idem marcadores do estudo 1) e de percepção de dor muscular após o tratamento com LED terapia e com a imersão em água fria após sessão de HIT.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Corrêa Coube, nº 14-01

Bairro:

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (143)103-6087

Fax: (143)103-6087

E-mail: arimala@fc.unesp.br

**"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA**



Continuação do Parecer: 1.139.070

3) Avaliar o efeito crônico (4 dias) da LED terapia sobre variáveis inflamatórias (idem marcadores do estudo 1), marcadores de lesão muscular (idem marcadores do estudo 1), de percepção de dor, consumo máximo de oxigênio (2MAX VO) e de desempenho após sessões de HIT.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão claramente explicitadas no texto do projeto e também no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem definida, apresentando claramente seus objetivos, bem como, sua delimitação metodológica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequado e atende a resolução 466/12.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O protocolo encontra-se em acordo com os parâmetros éticos previstos na resolução 466/12, e respeita os direitos dos participantes da pesquisa. Considera-se o protocolo aprovado.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro:

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (143)103-6087

Fax: (143)103-6087

E-mail: arimala@fc.unesp.br

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



Continuação do Parecer: 1.139.070

BAURU, 08 de Julho de 2015

Assinado por:
Ari Fernando Maia
(Coordenador)

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01
Bairro: CEP: 17.033-360
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (143)103-6087 Fax: (143)103-6087 E-mail: arimaia@fc.unesp.br