SAMUEL ANGELO FERREIRA OLIVEIRA

COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA DA PELE POR TERMOGRAFIA E DE BIOMARCADORES DE SOBRECARGA MUSCULAR EM DUAS INTENSIDADES DE CORRIDA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae***.**

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T
O48c
2018

Oliveira, Samuel Angelo Ferreira, 1992-
Comportamento da temperatura da pele por termografia e de biomarcadores de sobrecarga muscular em duas intensidades de corrida / Samuel Angelo Ferreira Oliveira. – Viçosa, MG, 2018.
xvi, 72 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.
Orientador: João Carlos Bouzas Marins.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 53-59.

1. Corridas (Atletismo). 2. Pele - Termografia.
3. Temperatura corporal - Regulação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. II. Título.

CDD 22. ed. 613.7172

SAMUEL ANGELO FERREIRA OLIVEIRA

COMPORTAMENTO DA TEMPERATURA DA PELE POR TERMOGRAFIA E DE BIOMARCADORES DE SOBRECARGA MUSCULAR EM DUAS INTENSIDADES DE CORRIDA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 25 de maio de 2018.

Miguel Araújo Carneiro Júnior

Paulo Roberto dos Santos Amorim

João Carlos Bouzas Marins
(Orientador)

A Deus.

Aos meus pais, Rogério José Oliveira e Neusa Socorro Ferreira Oliveira.

Ao Meu Orientador, João Carlos Bouzas Marins.

Aos amigos que me apoiaram e a toda comunidade científica.

“Mas os grandes homens não nascem grandes,
tornam-se grandes [...]”
O Poderoso Chefão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre ter me proporcionado a oportunidade de elevar meu grau de instrução através do Programa de Pós-Graduação UFV/UFJF. Ao meu orientador, João Carlos Bouzas Marins, que me apoiou nesse projeto desafiador e me incentivou a todo instante. Aos professores e funcionários técnico-administrativos do programa, porque sem eles não haveria como ter desempenhado este trabalho. Ao meu amigo, companheiro de laboratório e colaborador, Pedro Nogueira, que me ajudou em todos os momentos da materialização deste trabalho. Aos companheiros do LAPEH, especialmente do Grupo de Estudos em Performance Humana e Termografia (GEPEHTermo), pela construção do conhecimento através da discussão dos grupos de estudos desde 2013. À CAPES, que me concedeu a bolsa de estudos que me manteve em Viçosa-MG durante a concepção deste trabalho.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio. Às minhas grandes e amadas amigas, Esther Dulci e Thamires Righi, que me ajudaram a manter o equilíbrio, mesmo quando as coisas tendiam ao caos. Aos meus parceiros de república, Guilherme Rocco e Arthur Silva, que dividiram vários momentos de alegria e profunda provação e me ajudaram a amadurecer como pesquisador e como ser humano.

BIOGRAFIA

Samuel Angelo Ferreira Oliveira, filho de Rogério José Oliveira e Neusa Socorro Ferreira Oliveira, nasceu no dia 16 de março de 1992 em Ipatinga, Minas Gerais, Brasil.

Aos 7 anos, começou a praticar atividades esportivas, sendo o futebol o seu primeiro esporte. Aos 9 anos de idade, iniciou suas atividades artísticas na escola de música Pereira Melo, que foi de suma importância para seu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional. Aos 10 anos começa a praticar natação, tendo permanecido até os 14 anos nadando pelo clube Associação Recreativa e Esportiva USIPA, transferindo-se para o voleibol em 2006, jogando competitivamente nas categorias mirim e infantil. Jogou handebol e basquetebol não competitivamente entre os anos de 2007 e 2008 no 7 de Outubro, local de fomento da prática esportiva mantido pela Prefeitura Municipal de Ipatinga.

Ingressou no curso de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa em 2010 e graduou-se em Bacharel em Educação Física em 23 de janeiro de 2015. Nesse mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu em Educação Física da Universidade Federal de Viçosa, obtendo o título de *Magister Scientiae*.

Atuou profissionalmente, como personal trainer, em academias e estúdios na cidade de Viçosa, além de participar como colaborador no projeto Libertas Futsal Feminino, cujos objetivos eram fomentar a prática do futsal para mulheres da cidade de Viçosa e montar uma equipe competitiva, onde desempenhava o papel de preparador físico.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS vii
LISTA DE FIGURAS viii
LISTA DE TABELAS ix
LISTA DE QUADROS x
RESUMO xi
ABSTRACT xiv
Introdução 1
Objetivos 8
Objetivo geral 8
Objetivos específicos 8
Metodologia 9
Resultados 21
Discussão 37
Conclusão 52
Referências 53
Anexos 60

LISTA DE ABREVIATURAS

% G	Percentual de Gordura
24h	Momento 24 horas após o exercício
48h	Momento 48 horas após o exercício
ADP	Adenosina Difosfato
AMP	Adenosina Monofosfato
ATP	Adenosina Trifosfato
CPK	Creatina-Quinase
COX	Ciclo-oxigenase
FC	Frequência cardíaca
FCM	Frequência Cardíaca Máxima
FC_{Res}	Frequência Cardíaca de Reserva
IL – 6	Interleucina 6
ISAK	*International Society Advancement Kinanthropometry*
LDH	Lactato Desidrogenase
LER/DORT	Lesão por esforço repetitivo/ Doenças osteomioligamentares relacionadas ao trabalho
MB	Mioglobina
PGI_2	Prostaciclina
POS	EXER - Momento Pós-Exercício
RCI	Região Corporal de Interesse
T1 - ABL	Sessão Experimental Abaixo do Limiar Anaeróbico
T2 - ACL	Sessão Experimental Acima do Limiar Anaeróbico
T_C	Temperatura Corporal
T_I	Temperatura Interna
T_P	Temperatura da Pele
TRI	Termografia Infravermelha
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VCO_2	Volume de Dióxido de Carbono
VO_{2max}	Volume máximo de Oxigênio

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1	Fluxograma do estudo.....	11
Figura 2	Ação exploratória do limiar anaeróbico.....	14
Figura 3	Áreas demarcadas das regiões corporais de interesse consideradas no estudo na face anterior e posterior.....	19
Figura 4	Comportamento médio da FC obtida em cada uma das sessões experimentais de exercício, indicando as faixas metabólicas esperadas.....	25
Figura 5	Variação de peso nas sessões T - 1 ABL e T - 2 ACL.....	27
Figura 6	Cinética da T_p irradiada RCI da coxa face anterior.....	28
Figura 7	Cinética da T_P irradiada da RCI de coxa face posterior.....	29
Figura 8	Cinética da T_p irradiada RCI perna face anterior.....	30
Figura 9	Cinética da T_p irradiada RCI perna face posterior.....	31
Figura 10	Cinética da T_p irradiada RCI de abdômen.....	32
Figura 11	Comportamento da CPK durante as sessões experimentais.....	35
Figura 12	Comportamento da Creatinina durante as sessões experimentais	36
Figura 13	Comportamento da IL-6 durante as sessões experimentais.....	37
Figura 14	Comportamento da Ureia durante as sessões experimentais.....	38

LISTA DE TABELAS

Pág.

Tabela 1	Temperatura da pele em ℃ em diferentes regiões corporais, nas duas sessões de exercício ao longo do tempo.....	23
Tabela 2	Caracterização da amostra (n = 12).....	24
Tabela 3	Comportamento de FC, lactato e IPE ao longo do teste de limiar anaeróbico (Média e desvio padrão).....	25
Tabela 4	Estatística descritiva para biomarcadores de sobrecarga muscular.....	34

LISTA DE QUADROS

		Pag.
Quadro 1	Critérios de exclusão do estudo.....	10
Quadro 2	Distribuição dos voluntários nas duas sessões experimentais do estudo.....	15
Quadro 3	Pontos anatômicos para marcação das RCI.....	18
Quadro 4	Valores de normalidade para diferentes parâmetros sanguíneos considerados neste estudo.....	21
Quadro 5	Condições ambientais de temperatura e umidade de cada etapa do estudo.....	26
Quadro 6	Diferenças absolutas entre as médias da T_P entre as duas sessões de exercício em ℃.....	33
Quadro 7	Diferenças absolutas entre as médias da T_P entre repouso frente 24 e 48 horas após o exercício nas duas sessões de exercício em ℃..... ..	33

RESUMO

OLIVEIRA, Samuel Angelo Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2018. **Comportamento da Temperatura da Pele por Termografia e de Biomarcadores de Sobrecarga Muscular em Duas intensidades de Corrida.** Orientador: João Carlos Bouzas Marins.

INTRODUÇÃO: A Termografia Infravermelho (TRI) é uma tecnologia que vem sendo aplicada no âmbito da ciência dos esportes com o objetivo de compreender melhor os ajustes térmicos provenientes do esforço físico, podendo indicar comportamento anormal de algumas funções fisiológicas por meio da mensuração da temperatura de uma região corporal de interesse (RCI) específica ou através de uma análise mais ampla do corpo como um todo. Na literatura encontram-se alguns estudos que analisam a influência do exercício físico na temperatura da pele (T_P), apontando que há padrões diferentes em detrimento da mecânica da atividade, do tipo de exercício (contínuo ou progressivo) e do tipo de contração realizada (concêntrica ou excêntrica). Devido ao caráter não invasivo, a termografia vem sendo utilizada como uma promissora ferramenta que pode indicar o desgaste proporcionado pelo exercício físico, sendo investigado em jogadores de futebol profissionais, jogadores de rugby, em exercício de força associado a parâmetros bioquímicos de dano muscular, como creatina-quinase (CPK), lactato desidrogenase (LDH), mioglobina (MB), entre outros. Vale destacar que a utilização de marcadores bioquímicos de dano muscular já é estabelecida no meio esportivo de alto rendimento, com a finalidade de preservar as funções atléticas e prevenir possíveis lesões. **OBJETIVOS:** Verificar se diferentes intensidades de exercício em corrida influenciam na cinética da T_P e biomarcadores de sobrecarga muscular (CPK, ureia, IL-6 e creatinina) antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após exercício. **METODOLOGIA**: Foram selecionados 12 homens saudáveis e fisicamente ativos para o estudo (22,17 ± 2,86 anos;1,73 ± 0,07 m; 70,92 ± 6 ,49 kg; 9,41 ± 5,45 %G; 54,28 ± 4,05 $ml.kg.min^{-1}$). A primeira etapa consistiu de um teste cardiorrespiratório máximo em esteira. A segunda constituiu-se de um teste de calibração do limiar anaeróbico para a prescrição da intensidade das sessões experimentais abaixo do limiar anaeróbico (T1 - ABL) e acima do limar anaeróbico (T2 - ACL). As etapas seguintes consistiram na aplicação de duas

sessões de corrida de 45 minutos (T1 - ABL e T2 - ACL) em esteira e na avaliação da recuperação 24 e 48 horas pós-exercício. Foram realizados termogramas para avaliar a temperatura média da pele na região de membros inferiores (face anterior e posterior de coxas e pernas) juntamente com a coleta de 20 ml de sangue para dosagem sérica de CPK, IL-6, creatinina e ureia nos momentos pré-exercício, imediatamente depois do exercício, assim como 24 e 48 horas após o exercício. **RESULTADOS:** Em todos os parâmetros analisados, não houve diferença significativa na condição de repouso quando comparadas as diferentes sessões de corrida. Quando comparado o efeito intensidade de exercício, foi observada diferença significativa entre as sessões na região da coxa anterior, durante o momento pós-exercício (p=0,005, entre T1 - ABL (29,99 ± 1,21) *vs.* T2 - ACL (30,72 ± 1,19), CPK durante os momentos 24 horas (p=0,004, entre T1 - ABL (197; 112 – 811) *vs.* T2 - ACL (295,50; 140 – 1003), creatinina durante o momento pós-exercício (p=0,036, entre T1 - ABL (1,03 ± 0,18) *vs.* T2 - ACL (1,09 ± 0,14) e IL-6 durante o momento pós-exercício (p<0,001, entre T1 - ABL (2,00; 1,50 – 4,50) *vs.* T2 – ABL (2,60; 1,70 – 9,50). Quanto ao efeito temporal, houve aumento significativo nas RCIs de coxa anterior (p=0,005; repouso (29,70 ± 1,16) *vs.* imediatamente após o exercício (30,72 ± 1,19) e coxa posterior (p=0,005, repouso (29,75 ± 1,36) *vs.* imediatamente após o exercício (30,74 ± 1,51) durante a sessão T2 - ACL, seguido de queda (p=0,007, imediatamente após o exercício (30,72 ± 1,19) *vs.* 24h (30,5; 28,00 – 32,00) para coxa anterior (p=0,028, imediatamente após o exercício (30,72 ± 1,19) *vs.* 24h (30,25 ± 1,39) para coxa anterior), além de queda da T_P da região abdominal nos momentos repouso *vs.* imediatamente após o exercício durante as duas sessões experimentais (p=0,006, repouso (30,72 ± 1,19) *vs.* imediatamente após o exercício (28,89 ± 2,07) para T1 - ABL; p=0,008, repouso (30,73 ± 1,107) *vs.* imediatamente após o exercício (29,80; 23,20 – 31,30) para T2 - ACL, seguido de aumento (p=0,001, imediatamente após o exercício (28,89 ± 2,07) *vs.* 24h (31,15 ± 0,97) para T1 - ABL; p=0,005, imediatamente após o exercício (29,80; 23,20 – 31,30) *vs.* 24h (30,98 ± 1,23) para T2 - ACL). Houve aumento significativo na concentração de CPK durante as duas sessões experimentais (p<0,001, repouso (179,50; 80 – 898) *vs.* imediatamente após o exercício (195; 96 – 957) para T1 - ABL; p<0,001, repouso (197,50; 94 – 681) *vs.* imediatamente após o exercício (212,50; 112 – 811) para

T2 - ACL), seguido de aumento (p=0,005, imediatamente após o exercício (212,50; 112 – 811) *vs.* 24 horas (295,50; 140 – 1.003) e queda (p<0,001, 24 horas (295,50; 140 – 1.003) *vs.* 48 horas (248; 113 – 717) durante a sessão T2 - ACL. Foi encontrado aumento significativo na concentração sérica de creatinina (p=0,002, momento repouso (1,08 ± 0,18) *vs.* imediatamente após o exercício (1,09 ± 0,14), com volta aos valores próximos ao de repouso (p=0,009, imediatamente após o exercício (1,09 ± 0,14) *vs.* 24 horas (1,07 ± 0,09). A IL-6 apresentou aumento significativo durante a sessão T2 - ACL (p<0,001, repouso (1,55; 1,50 – 6,60) *vs.* imediatamente (2,60; 1,70 – 9,50), seguido de redução (p<0,001, imediatamente após o exercício (2,60; 1,70 – 9,50) *vs.* 24 horas (1,55; 1,50 – 5,90). Não houve diferença significativa na concentração sérica de ureia em nenhum dos momentos estudados. **CONCLUSÕES:** Diferentes intensidades influenciam o comportamento da coxa anterior e de biomarcadores de sobrecarga muscular em exercício de corrida em esteira (CPK, creatinina e IL-6). A termografia não demonstrou ser sensível para detectar o desgaste muscular local em exercício de corrida em esteira com duração de 30 minutos.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Samuel Angelo Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2018. **Skin Temperature Behavior by Thermography and Muscle Overload Biomarkers in Two Running Intensities.** Advisor: João Carlos Bouzas Marins.

Introduction: Infrared Thermography (IRT) is a kind of technology that has been applied in the sport science field in order to better understand the thermal adjustments from physical efforts and may indicate abnormal behavior of some physiological functions through the temperature measurement in a certain body regions of interest (BRI) or through a broader analysis of the body as a whole. In the literature we find some studies that analyze the influence of physical exercise on skin temperature (TS), indicating that there are multiple patterns to the detriment of the of activity mechanics, exercise types (continuous or progressive), type of contraction performed (concentric or eccentric). Due to the non-invasive nature, thermography has been used as a promising tool that might indicate the friction caused by physical exercises, being investigated in professional soccer and rugby players in strength exercise associated to biochemical parameters of muscle damage like creatine kinase (CPK), lactate dehydrogenase (LDH), mioglobin (MB), among others. It is worth mentioning that using muscular damage biochemical markers is already established in high performance athletic environments with the purpose of preserve athletic functions and prevent possible injuries. **OBJECTIVES**: To verify if different running exercise intensities influence the TSkinetics before, immediately after and 24 to 48 hours after a treadmill exercise and to evaluate the CPK behavior, urea, IL-6 and creatinine in running exercises immediately after the session and in the 24 to 48 recovery intervals after the exercise. **METHODS:** Twelve healthy and physically active men were selected to this study (22.17 ± 2.86 years old; 1.73 ± 0.07 m; 70.92 ± 6.49 kg; 9.41 ± 5.45 %G; 54.28 ± 4.05 ml.kg.min-1). First step consisted of a maximum treadmill cardiorespiratory test. Second step consisted of an anaerobic threshold calibration test for the prescription of the session's intensity prescription under the anaerobic liming (T1 – ABL) and over anaerobic liming (T2 – ACL). The following steps consisted on the application of two 45 - minute running sessions (T1 – ABL and T2 – ACL) recovery evaluation 24 and 48 hours after the exercise.

Thermograms were used to evaluate the mean temperature of the skin in the lower limbs region (anterior and posterior thighs and legs) together with the collection of 20ml of blood for CPK, IL-6, creatinine and urea serum dosage in the moment before the exercise, the moment after, as well as 24 and 48 hours after the exercise. **RESULTS:** On all analyzed parameters there were no significant differences in resting moments when comparing both running sessions. When comparing the exercise's intensity effect, a significant difference was obtained between sessions in the anterior thigh region during the moment after the exercise ($p=0.005$, between T1 – ABL (29.99 ± 1.21℃) vs. T2 – ACL (30.72 ± 1.19℃), CPK during 24h moments ($p=0.004$, between T1 – ABL (197; 112 – 811) vs. T2 – ACL (295.50; 140 – 1003), creatinine during the post-exercise moment ($p=0.036$, between T1 – ABL (1.03 ± 0.18) vs. T2 – ACL (1.09 ± 0.14) and IL-6 during the post-exercise moment ($p<0.001$, between T1 – ABL (2.00; 1.50 – 4.50). Regarding the temporal effect, a significant increase in RCI on the anterior thigh was recorded ($p=0.005$); resting (29.70 ± 1.16℃) vs. immediately after the exercise (30.72 ± 1.19℃) and posterior thigh ($p=0.005$), restin g (29.75 ± 1.36℃) vs. immediately after the exercise (30.74 ± 1.51℃) during T 2 – ACL session, followed by a decrease ($p=0.007$), immediately after the exercise (30.72 ± 1.19℃) vs. 24h (30.5; 28.00 – 32.00℃) to the anterior thigh and $p= 0.028$, immediately after the exercise (30.72 ± 1.19℃) vs. 24h (30.25 ± 1.39℃) to the anterior thigh), in addition to a TS reduction on the abdominal region in resting moments vs. immediately after the exercise during both experimental sessions ($p=0.006$), resting (30,72 ± 1.19℃) vs. immediately after the exercise (28.8 9 ± 2.07℃) for T1 – ABL; $p=0.008$ resting (30.73 ± 1.107℃) vs immediately after the exercise (29.80; 23.20 – 31.30℃) for T2 – ACL followed by an increase ($p=0.001$) immediately after the exercise (28.89 ± 2.07℃) vs. 24h (31.15 ± 0.9 7℃) for T1 – ABL; $p=0.005$ immediately after the exercise (29.80; 23.20 – 31.30℃) vs. 24h (30.98 ± 1.23℃) for T2 – ACL. There was a significant increase in CPK concentration during both experimental sessions ($p<0.001$, resting (179.50; 80 – 898) vs. immediately after the exercise (195; 96 - 957) for T1 – ABL ($p<0.001$ resting (197.50; 94 – 681) vs. immediately after the exercise (212.50; 113 – 811) for T2 – ACL), followed by an increase ($p=0.005$ immediately after the exercise (212.50; 112 – 811) vs. 24h (295.50; 140 – 1003) and a decrease ($p<0.001$), 24h (295.50; 140 – 1003) vs. 48h (248; 113 – 717) during the T2 – ACL session.

There was a significant increase in creatinine serum concentration (p=0.002, resting (1.08 ± 0.14), returning to values close to resting (p=0.009, immediately after the exercise (1.09 ± 0.14) vs. 24h (1.07 ± 0.09). IL-6 showed significant increase during the T2 – ACL session (p<0.001, resting (1.55, 1.50 – 6.60) immediately (2.60, 1.70 – 9.50), followed by a reduction (p<0.001, immediately after the exercise (2.60, 1.70 – 9.50) vs 24h (1.55, 1.50 – 5.90). No significant difference in urea serum concentration was noted in any studied moment. **CONCLUSION:** With the exception of the anterior thigh region, thermography did not show to be sensitive to detect local muscle wasting in treadmill running exercise lasting 30 minutes. The treadmill exercise with higher intensity influenced the behavior of biomarkers of muscle overload (CPK, creatinine and IL - 6).

Introdução

A ciência do treinamento esportivo vem sendo aprimorada através da descoberta de novos métodos e tecnologias que favorecem a recuperação e auxiliam no ganho da performance e na manutenção da saúde (BOMPA, 2002).

Uma resposta fisiológica estudada no treinamento esportivo é a termorregulação para prevenção de eventos de estresse térmico e hipertermia. Os mecanismos termorregulativos ocorrem de forma imediata, ao se iniciar o exercício. Saber como esses mecanismos atuam nos indica o estado de eficiência em dissipação térmica, podendo-se assim traçar estratégias eficientes para prevenção de eventos de hipertermia (CAMARGO; FURLAN, 2011; ZANUTO et al., 2006), como os ocorridos em provas de maratona com atletas[1] e pessoas fisicamente ativas [2], ou outras competições em que o fator clima pode ser fundamental à saúde do atleta (GHORAREB, 2014; LUCENA, 2014).

Para o controle da temperatura interna (T_I), o hipotálamo ativa os sistemas termorregulatórios necessários para manter a temperatura das regiões profundas em aproximadamente 37 ℃ (BENZINGUER, 1969; FREEMAN; DAVIS, 1959). Para compensar o aumento da T_I, ocorrem respostas adaptativas, como a vasodilatação cutânea, aumentando o fluxo sanguíneo para pele a fim de facilitar a troca de calor por convecção, pela maior proximidade do sangue com as camadas mais superficiais, e por evaporação, que consiste no mecanismo de dissipação de calor mais eficiente durante o exercício em ambiente termoneutro (BENZINGUER, 1969; CAMARGO; FURLAN, 2011; JOHNSON; MINSON; KELLOGG, 2014).

O aumento da T_I durante o exercício se dá ao iniciar a atividade muscular, quando ocorre a conversão de energia química em energia mecânica e térmica durante a ressíntese do ATP (adenosina trifosfato) (CAMARGO; FURLAN, 2011). O fluxo sanguíneo para a região fisicamente ativa durante o exercício aumenta como resposta reflexa aos metabólitos provenientes da atividade física, como VCO_2 (volume de dióxido de carbono), lactato, ADP (adenosina difosfato) e AMP (adenosina monofosfato). A ação adrenérgica diminui o fluxo sanguíneo das regiões inativas e da

[1]*Dados retirados do site: http://www1.folha.uol.com.br/esporte/2014/08/1495014-maratonista-suica-relembra-chegada-epica-em-los-angeles-1984.shtml - visualizado em 12/12/2017, referente à maratonista suíça Gabrielle Andersen, maratona dos Jogos Olímpicos de Los Angeles, 1984.*
[2]*Dados retirados do site: http://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/2014/09/morte-de-veterano-em-meia-maratona-alerta-para-o-perigo-da-desidratacao.html - visualizado em 12/12/2017, referente à morte de veterano em maratona.*

pele através de vasoconstrição cutânea, redirecionando o sangue para a musculatura ativa, favorecendo a remoção dos metabólitos do exercício e levando nutrientes para a continuidade da atividade (CAMARGO; FURLAN, 2011; FERNANDES et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2010).

A dissipação eficiente de calor faz com que o organismo humano não perca eficiência na conversão de energia química em energia mecânica, uma vez que mantém a temperatura ótima para a ocorrência das reações fisiológicas durante o exercício (CAMARGO; FURLAN, 2011; FERNANDES et al., 2016; HODGES; JOHNSON, 2009). Fernandes et al. (2012) afirmam que o comportamento da temperatura irradiada da pele (T_P) pode ser alterado por fatores inerentes ao exercício, como intensidade, duração e tipo de carga (contínua ou progressiva), levando a um comportamento térmico diferente, dependente desses fatores, com variação da T_I de ± 1℃.

A termografia infravermelho (TRI) vem sendo apontada como uma alternativa para detectar mudanças térmicas locais em segmentos exercitados, auxiliando na compreensão dos mecanismos vasculares decorrentes ao longo do exercício (FERNANDES et al., 2012, 2016; FERNANDEZ-CUEVAS et al., 2014; MERLA et al., 2010; SILVA, 2015) e após sua finalização (AL-NAKHLI et al., 2012b; FERNANDES et al., 2014; FORMENTI; MERLA; PRIEGO QUESADA, 2017; OLIVEIRA et al., 2018; SILVA, 2015).

O exercício físico é um agente estressante para o sistema muscular esquelético, ocasionando microlesões musculares e acarretando um aumento das concentrações de espécies reativas de oxigênio e dosagem séricas das proteínas intramusculares creatina-quinase (CPK), mioglobina (MB), lactato desidrogenase (LDH) e troponina - 1, considerados marcadores músculo-específicos de dano muscular (MAKOWSKI, 2012; SILVA; OLIVEIRA; CAPUTO, 2013). Em resposta a essas pequenas lacerações musculares, inicia-se um processo inflamatório na musculatura para a regeneração dos tecidos lesados, levando a aumento de temperatura local.

A CPK é uma enzima intramuscular que é extravasada do músculo em decorrência de microlesões musculares provenientes da atividade física, sendo mais expressiva em atividade com alto componente excêntrico (KOCH; PEREIRA; MACHADO, 2014). Há dificuldade de encontrar concentrações dessa enzima na faixa dos valores de referência em atletas e praticantes de atividade física regular em

virtude de sua alta variabilidade biológica e também devido a uma queda lenta em sua concentração sérica após dias de atividade. O maior dano muscular é ocasionado pela maior magnitude e força da contração muscular, promovendo ruptura no sarcolema, lâmina basal, citoesqueleto e nos elementos contráteis do músculo. Maiores intensidades de atividade remetem a mais fibras em atividade, fazendo assim com que haja mais miofibrilas danificadas (PEAKE et al., 2017).

Durante o exercício há liberação de citocinas de características pró-inflamatórias, que atuam como sinalizadores químicos da inflamação, ocasionando aumento da atividade imunológica para combater as microlesões musculares. Entre essas citocinas está a interleucina 6 (IL-6), que pode ter sua concentração sérica aumentada em até 100 vezes após o exercício de *endurance* em detrimento da intensidade (SUGAMA et al., 2013). Ela é responsável por dar início à inflamação muscular, podendo ter as concentrações elevadas em até 24 horas após o jogo em futebolistas (MARQUÉS-JIMÉNEZ et al., 2016; PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008). A concentração dessa citocina também é associada à intensidade de depleção do glicogênio muscular durante o esforço, sendo um bom parâmetro para avaliar o desgaste energético promovido pela atividade física (FEBBRAIO; PEDERSEN, 2002; PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008).

O músculo esquelético produz a IL-6, sendo ela responsável por mediar a glicogenólise durante o exercício, aumentando a liberação de glicose a partir do glicogênio hepático (PEDERSEN; FEBBRAIO, 2008). Sua produção no músculo se dá através do processo de contração muscular, onde a liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático ativa as vias fator nuclear Kappa B (NF-κB) e c-Jun amino-terminal kinase (JNK), que é um sinalizador positivo para a transcrição de mRNA de IL-6 em exercício de alta intensidade, elevando o nível de produção dessa citocina durante o exercício (FEBBRAIO; PEDERSEN, 2002; FISCHER, 2006).

Uma outra via responsável pela maior produção de IL-6 muscular é a queda do conteúdo de glicogênio muscular, ativo prioritariamente após 90 minutos de atividade. Segundo Perdense e Febbraio (2008), a IL-6 também participa de funções intracelulares durante o exercício, como a facilitação do transporte de glicose para dentro do músculo, auxiliando na infusão da glicose por transportador dependente de insulina GLUT4.

Outros parâmetros de medida do catabolismo muscular são a ureia e a creatinina. A ureia é formada através de aminoácidos provenientes da quebra de

proteínas musculares, sendo convertida em uma molécula solúvel em água e estável para a excreção do radical NH_4 (SUMMAR; MEW, 2018). Já a creatinina é um produto da quebra da fosfocreatina para a ressíntese do ATP, aumentando sua velocidade de formação de acordo com o aumento da intensidade do exercício, sendo um composto diretamente excretado pelo corpo humano por não obter nenhuma outra função biológica (WYSS; KADDURAH-DAOUK, 2000). Ambos os marcadores são utilizados para avaliação da filtração glomerular, nos rins (MAKOWSKI, 2012).

As citocinas pró-inflamatórias e os marcadores de dano muscular podem auxiliar na quantificação do catabolismo proporcionado pelo treinamento, indicando o estado recuperativo do atleta, porém o método invasivo e o alto custo das análises dificultam o acompanhamento em equipes esportivas de forma rotineira, após todas as sessões de treinamento e em competições (LIRA et al., 2016; RADAK et al., 2016).

As respostas do efeito do treino podem ser analisadas sob dois aspectos: agudas, adaptações de curto prazo, e crônicas, que demandam tempo maior para ocorrer. Entre as adaptações do treinamento físico de *endurance* agudas (menor que 48 horas) incluem-se a restauração do glicogênio muscular (ALGHANNAM et al., 2016), a restauração tecidual e a alteração da arquitetura muscular (CUNANAN et al., 2018), bem como a restauração hídrica (O'NEAL et al., 2013). O estresse do exercício gera uma atividade metabólica proporcional à magnitude da intensidade realizada, podendo gerar uma atividade metabólica intensa, expressa pelo consumo de oxigênio pós-exercício, ou efeito EPOC, podendo refletir no aumento da temperatura corporal (ABBOUD et al., 2012).

Entre as adaptações crônicas, têm-se: 1) maior concentração de enzimas intramusculares; 2) melhora na atividade antioxidante e de tamponamento; 3) melhora na capacidade de oxidação de nutrientes; e 4) maior calibre e maior resistência das fibras musculares (RADAK et al., 2016; SKOVGAARD; ALMQUIST; BANGSBO, 2016). Segundo MacInnis (2017), também são esperados: 1) aumento no volume e número de mitocôndrias; 2) hipertrofia cardíaca; e 3) angiogênese. Uma maior rede vascular é uma adaptação interessante em se tratando do aspecto da resposta termogênica local, pois poderá facilitar a transferência de calor da área exercitada.

A carga de treino é um fator que interfere diretamente nas respostas adaptativas. Ela pode ser dividida em: carga externa e carga interna de treino (HALSON, 2014a). A carga externa consiste em componentes não fisiológicos manipulados durante o processo de treinamento, como séries, repetições, distância

percorrida, tempo, entre outras variáveis. Por outro lado, a carga interna consiste em parâmetros fisiológicos monitorados durante o processo de treinamento, como, por exemplo, frequência cardíaca, percepção de esforço, volume de oxigênio consumido e parâmetros sanguíneos, como a concentração de lactato, as enzimas intramusculares e as citocinas inflamatórias (ANDRADE, 2013; HALSON, 2014b; ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011).

Seja em níveis físicos, técnicos e táticos, as cargas de treino causam desequilíbrio no sistema fisiológico e cognitivo do atleta (MOREIRA et al., 2013; ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011). A importância de monitorar a carga de treino vai em convergência com a manutenção do estado de saúde do atleta, em primeiro lugar, e, em segunda instância, com a manutenção da performance esportiva (BOMPA, 2002).

Segundo Gómes-Carmona (2012), o índice de lesões musculares relacionadas a esportes individuais possui uma margem de 1,8 a 11,8 lesões por 1.000 horas de exposição ao exercício, sendo a incidência de lesões em treinamento de quatro a seis vezes menor do que em competições. O futebol, por ser um esporte coletivo com características físicas e situacionais diversas, possui números mais expressivos: 30,9 lesões por 1.000 horas de jogo e 9,7 lesões por 1.000 horas de exposição ao treinamento durante as temporadas. Esses números chamam a atenção para a maior importância de métodos de controle das cargas internas e externas de trabalho, a fim de reduzir a sobrecarga gerada pelo treino ou competição.

O estudo de coorte de Pileggi et al. (2010) mostra atletas que apresentaram fratura de estresse em crista ilíaca, lesão da musculatura adutora esquerda, síndrome da banda iliotibial, tendinopatia patelar, bursite infrapatelar, periostite, síndrome do estresse tibial, entesopatia tibial, fraturas de estresse tibial, lesão da musculatura da panturrilha, tendinite aquileana, bursite retrocalcânea e fascite plantar em um período de acompanhamento de 12 meses em indivíduos praticantes de corrida fisicamente ativos, que almejassem ao menos 50 quilômetros percorridos durante a semana. Essas lesões podem ter causas multivariadas, porém o excesso de treino é um fator de grande importância na incidência lesional.

Tendo em vista que todas essas atividades bioquímicas proporcionam aumento da resposta metabólica previamente à adaptação orgânica, tem-se uma perspectiva de que isso possa aumentar a temperatura local da região exercitada. A TRI, por ser uma técnica não invasiva, permite rápida análise da temperatura irradiada

da pele. Por meio do espectro infravermelho, a câmera capta o calor da superfície e o registra em uma imagem, chamada de termograma (FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015). A TRI tem alta sensibilidade, até 0,025℃, e precisão, apresentando erro menor a 1℃, em comparação a outros métodos (FERNANDES et al., 2014; RING, 2 007; VARGAS et al., 2009). Ela é aplicada em estudos clínicos que apresentam quadros de inflamação, como LER/DOR (BRIOSCHI; SILVA, 2009), e lesões musculares (AL-NAKHLI et al., 2012b; BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003), havendo uma sinalização de que é possível discriminar gradientes de temperatura que demonstram certo nível de inflamação sem contato físico com o avaliado.

Outros estudos que induziram a dor muscular tardia (processo decorrente do treinamento físico que gera microlesões) têm mostrado aumento na temperatura do membro exercitado 24 e 48 horas após a realização da atividade (AL-NAKHLI et al., 2012b, 2012a). Nessa perspectiva, a termografia tem sido uma estratégia emergente na quantificação do desgaste físico em atletas de elite, através do monitoramento dos valores de T_P durante os períodos de recuperação (FERNANDES et al., 2017).

Alguns trabalhos usaram a TRI para monitorar a resposta pós-exercício, como os de Fernandes et al. (2012), ao longo de 60 minutos de recuperação após exercício em esteira, e de Silva et al. (2015), com análise de 30 minutos de recuperação após exercício de remoergômetro. Já o trabalho de Fernandez-Cuevas (2014) monitorou a T_p após oito horas de recuperação em atividade com três grupos de exercício: de força, aeróbico contínuo e treino intervalado extensivo. O trabalho de Fernandez et al. (2017) traz um estudo de caso com um jogador de futebol, com registro de termogramas até 48 horas após um jogo. A maior parte dos trabalhos que monitoraram a cinética térmica após exercício usualmente observam esse comportamento até 24 horas após exercício, enfatizando o comportamento da temperatura da pele sem a associação de marcadores locais de dano muscular. Assim, este trabalho apresenta aspectos positivos de inovação por conta da variação de intensidades de treino e a avaliação de seu efeito térmico local imediatamente após o exercício, bem como ao longo de 48 horas, comparando com a resposta de biomarcadores de sobrecarga muscular.

Tomando como base os pressupostos teóricos apresentados anteriormente e algumas evidências obtidas nos estudos de Al-Nakhi, Perotrofsky e Laymon (2012b), Fernández-Cuevas et al. (2014) e Fernandes et al. (2017), caso seja possível estabelecer uma relação entre a resposta térmica local e a magnitude da carga de

treinamento efetuado, é tangível considerar a possibilidade de que um preparador físico venha a aplicar a TRI como uma forma de controle do treino, realizando o acompanhamento da cinética da T_P dos atletas previamente às sessões de treino. Isso permitirá auxiliar no planejamento de treinamentos com magnitudes de cargas ideais, com potencial efeito positivo e, principalmente, diminuindo o risco de lesões no atleta.

Dessa forma, tem-se como hipótese alternativa que a termografia é um sensível indicador do desgaste muscular de um exercício, através da variação da temperatura da pele, juntamente com biomarcadores de sobrecarga muscular. Por outro lado, a hipótese nula indica que a termografia não é sensível para estabelecer o nível de desgaste muscular.

Objetivos

Objetivo geral

Analisar o comportamento da temperatura irradiada da pele e de biomarcadores de sobrecarga muscular em decorrência de duas intensidades diferentes de exercício de corrida.

Objetivos específicos

1) Verificar se diferentes intensidades de exercício em corrida influenciam na cinética da T_P e biomarcadores de sobrecarga muscular (CPK, ureia, IL-6 e creatinina) antes, imediatamente após, 24 e 48 horas após exercício.

2) Avaliar se a termografia pode ser utilizada como ferramenta alternativa para a avaliação do desgaste muscular local no exercício de corrida em esteira 24 e 48 horas após o término da atividade de corrida em esteira.

Metodologia

Desenho geral do estudo

Na Figura 1 é apresentado o fluxograma geral do estudo, que compreendeu nove etapas. Toda a dinâmica do estudo foi realizada ao longo de no máximo três semanas, e todas as etapas aconteceram nas instalações do Laboratório de Performance Humana da UFV. A seguir é apresentada com mais detalhes cada uma das etapas do estudo.

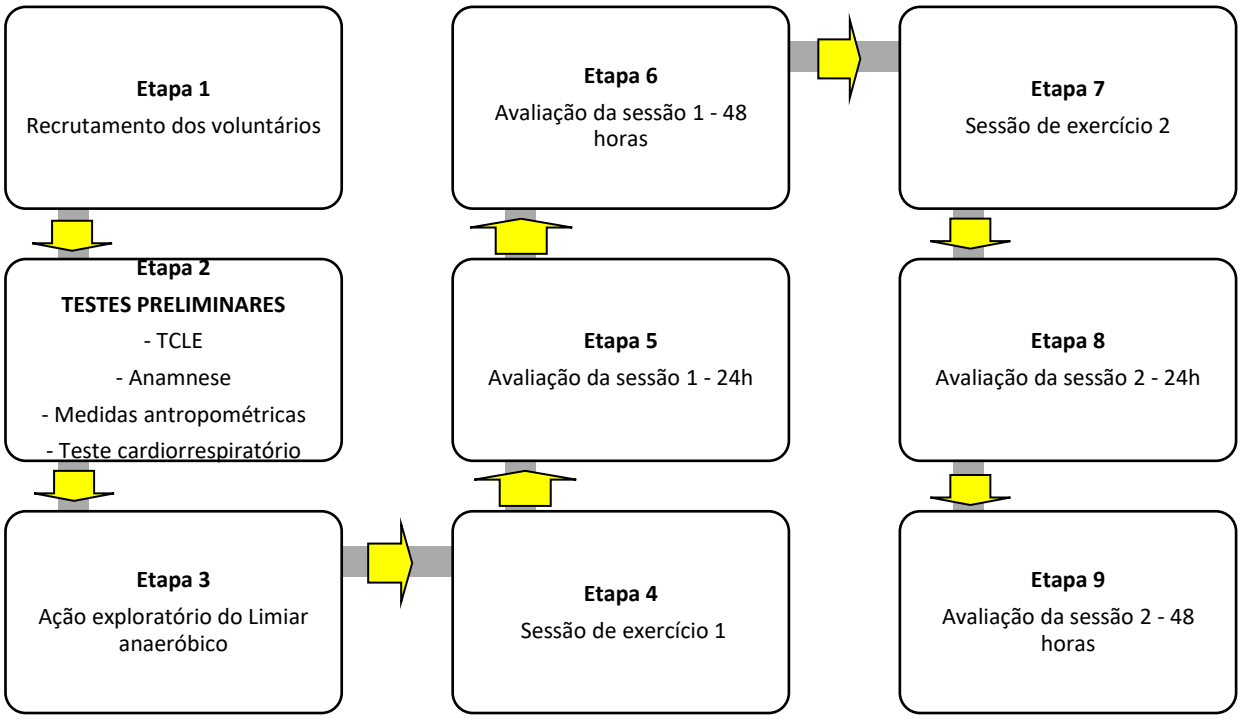


Figura 1 - Fluxograma do estudo.

ETAPA 1 - Recrutamento dos voluntários

Inicialmente, foi feita divulgação do estudo pelo site institucional da Universidade Federal de Viçosa (www.ufv.br), pelo e-mail institucional, e pela rede social Facebook (www.facebook.com), a fim de recrutar voluntários,

residentes na cidade de Viçosa-MG, para compor a amostra de 12 voluntários saudáveis e ativos.

Aos voluntários foi feito um esclarecimento sobre a dinâmica do estudo, os objetivos e procedimentos empregados. Caso concordassem com essa dinâmica, era apresentado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo A), indicando sua participação na pesquisa. Este estudo foi aprovado no Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, estando registrado na Plataforma Brasil com o número 62016216.9.0000.5153, conforme a resolução 510/2016 para investigação com seres humanos.

Aqueles voluntários que concordaram em participar iniciavam uma triagem inicial, em que preenchiam formulários para identificação da presença de algum fator de exclusão, os quais estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios de exclusão do estudo

✓Alergia na pele
✓Desordens alimentares (anorexia, bulimia)
✓Distúrbios do sono
✓Gordura Corporal superior a 20%
✓Histórico de problemas renais
✓Lesão osteomioarticular
✓Quadro de queimaduras na pele
✓Quadro febril nos últimos sete dias
✓Sintomatologia de dor na região corporal analisada
✓Suplemento alimentar com potencial interferência na homeostase hídrica ou térmica
✓Tabagismo
✓Tratamento fisioterápico ou dermatológico com cremes, pomadas ou loções de uso local
✓Utilização de medicamentos como antitérmicos ou diurético
✓$VO_{2\ max}$ estimado inferior a 50 $ml.kg.min^{-1}$

Aqueles voluntários que não apresentassem nenhum fator de exclusão eram encaminhados para uma próxima etapa da pesquisa. Dessa forma, o presente estudo contou com uma amostra de 12 voluntários, com as seguintes características: 22,17 ± 2,86 anos; 70,92 ± 6,49 kg de massa corporal; 173 ± 7 cm de estatura; 9,41 ± 5,45% de gordura corporal; e 54,28 ± 4,05 $VO_{2\ Max}$ (volume máximo de oxigênio).

ETAPA 2: Testes Preliminares

a) Anamnese

Os voluntários selecionados responderam os questionários PAR-Q (CHISHOLM et al., 1975) (Anexo B) e a tabela de risco coronariano, proposta pela Michigan Heart Association (MCARDLE et al., 2011) (Anexo C), estando todos eles disponíveis no software Avaesporte® (www.avaesporte.com.br - Esportes Sistemas, MG, Brasil). Foram considerados como aparentemente saudáveis os avaliados que apresentaram resposta negativa a todas as perguntas do questionário PAR-Q e risco coronariano classificado como “abaixo da média”, bem como não apresentassem qualquer outro fator identificado na anamnese que pudesse sugerir a não participação no estudo. Também foi aplicado um questionário-padrão, para levantamento da presença de algum fator de exclusão (Anexo D). Foi feita a aferição da frequência cardíaca de repouso, na posição sentada, após um período de repouso de 10 minutos, seguindo as orientações de Marins e Giannichi (2003). Foram incluídos na amostra sujeitos com uma FC de repouso inferior a 90 bpm. Caso o voluntário não tivesse nenhum problema identificado na anamnese, seguia para a próxima fase da primeira etapa.

b) Medidas Antropométricas

Compreenderam as medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas, permitindo assim o cálculo da composição corporal. Essas medidas foram tomadas por um profissional de Educação Física devidamente treinado, seguindo as recomendações da ISAK (International Society Advancement Kinanthropometry*)* (MARFELL-JONES et al., 2011).

A massa corporal foi medida utilizando uma balança Filizola® S.A (ID-M 150/4; min.1 kg, máx. 150 kg; e = 50 g), e a estatura, através de um estadiômetro Sanny® ES2020 (campo de medição de 40 a 210 cm; precisão de 1 mm). Foram obtidas as dobras cutâneas tricipital, abdominal e da coxa, por meio de um plicômetro científico Cescorf® (sensibilidade: 0,1 mm; amplitude: 83 mm). Com as dobras cutâneas foi possível, através do protocolo de Jackson e Pollock (1978) e da fórmula para cálculo da densidade corporal de Siri (1961), estimar a composição corporal de cada avaliado. Todos os dados foram inseridos no programa AVAESPORTE®, que realizou os cálculos de forma automática. Foram

excluídos voluntários com percentual de gordura superior a 20%, pelo fato de o tecido gorduroso apresentar característica isolante térmica, podendo assim causar distorções na medida da temperatura da pele por termografia (DERVIS et al., 2016; FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015).

c) Teste cardiorrespiratório

Os voluntários classificados como aparentemente saudáveis, sem a presença de nenhum fator de exclusão e com menos de 20% de gordura corporal seguiam para a próxima etapa, que foi a realização de um teste cardiorrespiratório para obtenção do $VO_{2\ max}$. Para isso, foi adotado um teste progressivo de carga, segundo o protocolo de Bruce et al. (1973), empregando a esteira ECAFIX® (EG 700X, São Paulo). Para a segurança do voluntário, sua realização seguiu as orientações propostas por Marins e Giannichi (2003) tanto na fase prévia como durante e após sua realização, reproduzindo a mesma dinâmica de trabalhos anteriores (CERQUEIRA et al., 2012; MARINS; FERNANDEZ; PEINADO, 2013; SILVA et al., 2017b). O teste foi aplicado por um profissional de Educação Física previamente treinado. As condições ambientais de sua realização foram controladas para estarem dentro de uma faixa considerada como termoneutra.

Finalizado o teste progressivo de carga, foi realizada a dosagem de lactato capilar com o aparelho Accutrend® Plus (Roche – Suíça), através de uma gota de sangue obtida após higienização com álcool 70% e um furo com uma lanceta no dedo indicador do avaliado. A coleta de sangue foi feita por um profissional habilitado para essa função.

Foram considerados válidos os testes que possuíram pelo menos dois dos quatro critérios: a) ter atingido a faixa de FCM prevista pela equação de Tanaka et al. (2001), sendo ela: FCM = 208 - 0,7 x Idade, considerando a faixa de flutuação de $\pm$ 8 bpm, que foi válida para esse perfil populacional, tomando como base os trabalhos de Makkai et al. (2008) e Cerqueira et al. (2012); b) concentração de lactato capilar superior a 8 $mmol.L^{-1}$ao final do teste; c) índice de percepção de esforço (IPE) superior a 17; e d) ter o VO_2 estimado superior a 50 $ml(kg.min)^{-1}$.

Os voluntários que possuíssem um VO_2 de pico estimado inferior a 50 $ml\ (kg.min)^{-1}$ eram excluídos do estudo por provavelmente não terem condições

aeróbicas para suportar o tempo e/ou intensidades de corrida propostos na parte principal do estudo. Assim, foram incluídos na etapa seguinte sujeitos classificados com uma condição cardiorrespiratória “boa” a “excelente”, segundo o estudo de Herdy e Caixeta (2016), com base na classificação de VO_2 para a população brasileira.

ETAPA 3: Ação exploratória do limiar anaeróbico

O delineamento do limiar anaeróbico foi feito com um intervalo mínimo de 48 horas após a realização do teste cardiorrespiratório. A ação exploratória do limiar anaeróbico consistiu em 25 minutos, sendo subdivididos em três momentos: a) 10 minutos com intensidade abaixo de 60% da frequência cardíaca de reserva (FC_{Res}); b) 10 minutos entre 65 e 75% da FC_{Res}; e c) 5 minutos em intensidade superior a 80% da FC_{Res}, sendo realizada na mesma esteira do teste cardiorrespiratório.

Todas as três zonas-alvo foram calculadas através da FC_{Res}, por meio da seguinte equação: $FC_{alvo} = FC_{repouso} + \%\ (FCM_{obtida} – FC_{repouso})$ (KARVONEN; KENTALA; MUSTALA, 1957). Ao final de cada bloco de exercício era coletada uma gota de sangue para a dosagem do lactato capilar, com o objetivo de aferir a concentração sérica, utilizando o equipamento Accutrend® Plus (Roche, Suíça). Foi considerado o limiar anaeróbico a intensidade correspondente à concentração sérica de 4 $mmol.L^{-1}$(HECK et al., 1985). A coleta de sangue foi feita por um profissional habilitado para a função.

Após os testes preliminares, foram calculadas as intensidades individuais de cada voluntário, para definir a intensidade da parte principal de cada sessão experimental, sendo uma Abaixo do Limiar Anaeróbico (T1 - ABL) e outra Acima do Limiar Anaeróbico (T2 - ACL).

A Figura 2 ilustra a dinâmica geral adotada nesta etapa, sendo supervisionada por um profissional de Educação Física. As condições ambientais de sua realização foram 19,04 ± 1,38℃ e 69,00 ± 5, 24% de umidade relativa do ar (UR).

Figura 2 - Ação exploratória do limiar anaeróbico.

ETAPAS 4 e 7: Sessões experimentais em exercício

A ordem das sessões experimentais de exercício ocorreu no formato quadrado latino, a fim de eliminar o efeito de um possível treinamento entre as sessões. O Quadro 2 apresenta a distribuição dos avaliados ao longo do estudo.

Quadro 2 - Distribuição dos voluntários nas duas sessões experimentais do estudo

Avaliado	Sessão 1	Sessão 2
1	T1 - ABL	T2 - ACL
2	T1 - ABL	T2 - ACL
3	T1 - ABL	T2 - ACL
4	T1 - ABL	T2 - ACL
5	T1 - ABL	T2 - ACL
6	T1 - ABL	T2 - ACL
7	T2 - ACL	T1 - ABL
8	T2 - ACL	T1 - ABL
9	T2 - ACL	T1 - ABL
10	T2 - ACL	T1 - ABL
11	T2 - ACL	T1 - ABL
12	T2 - ACL	T1 - ABL

Tendo em vista que uma condição de desidratação interfere nas respostas termorregulatórias, cada avaliado, antes de iniciar as etapas experimentais de exercício, tinha sua urina coletada para verificar sua densidade, por meio de refratômetro Instrutherm® RTP-12, considerando como ponto de referência o valor de 1.020, proposto por Casa et al. (2000). Caso o voluntário apresentasse um valor superior ao indicado, não realizava esta etapa, pois era considerado como desidratado.

Cada sessão experimental foi composta de dez minutos de aquecimento, trinta minutos de parte principal e cinco minutos de volta à calma, totalizando quarenta e cinco minutos de sessão de treino. Foi realizado um aquecimento de carga progressiva, com velocidade inicial de 3,2 km/h, com incremento de 1,6 km/h a cada dois minutos na sessão T - 1 ABL e 3,2 km/h na sessão T - 2 ACL.

A parte principal do exercício foi estabelecida através dos valores de frequência cardíaca obtidos no teste de limiar anaeróbico. A sessão T1 - ABL tomou como referência a média da frequência cardíaca do primeiro estágio, e a sessão T2 - ACL , a média do terceiro estágio do teste de limiar anaeróbico, com intensidade maior que 80% da frequência cardíaca de reserva (KARVONEN et al., 1957). O controle da frequência cardíaca (FC) durante a corrida foi feito por meio de um frequencímetro cardíaco Polar® RS 800 CX (Finlândia), gravando a FC a cada cinco segundos, para o cálculo da frequência cardíaca média (FC_{med}) a cada cinco minutos. Foi registrado o IPE a cada dois minutos durante a sessão.

A volta à calma no primeiro minuto foi padronizada, com a diminuição da carga em 50% da velocidade apresentada no minuto 30 da parte principal. Posteriormente, em cada minuto da recuperação, seguiu-se um decréscimo de 10% da carga da parte principal.

O intervalo de tempo entre as duas sessões experimentais foi de uma a duas semanas, buscando evitar influência entre as sessões. As condições ambientais de sua realização foram controladas, caracterizando um ambiente termoneutro. Os voluntários foram orientados a não realizar atividades moderadas e vigorosas no dia anterior e nos dois dias seguintes à sessão experimental de exercício, além de manter os hábitos alimentares normais, que foram registrados em um diário de atividade física e recordatório alimentar durante o período de recuperação das sessões experimentais e avaliados por

uma nutricionista. Os voluntários foram orientados a manter os mesmos hábitos durante os dias de participação no presente estudo.

Aquisição dos Termogramas

Foram realizados termogramas previamente às sessões de exercícios, imediatamente após a atividade, 24 horas e 48 horas depois. Foram controladas a temperatura e a UR do ar, medidas por uma estação meteorológica portátil (Instrutherm, THAL-300), variando entre 18 e 25℃ (FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015; RING; AMMER, 2012). Dessa forma, a temperatura e a umidade média obtidas no T – 1 ABL foram de 19,29 ± 1,40ºC e 68,79 ± 6,27% UR, enquanto para T - 2 ACL elas foram de 19,04 ± 1,37ºC e 70,92 ± 4,83% UR, sem apresentar diferença estatisticamente significativa entre as sessões experimentais, representando condições ideais para o registro de uma imagem termográfica.

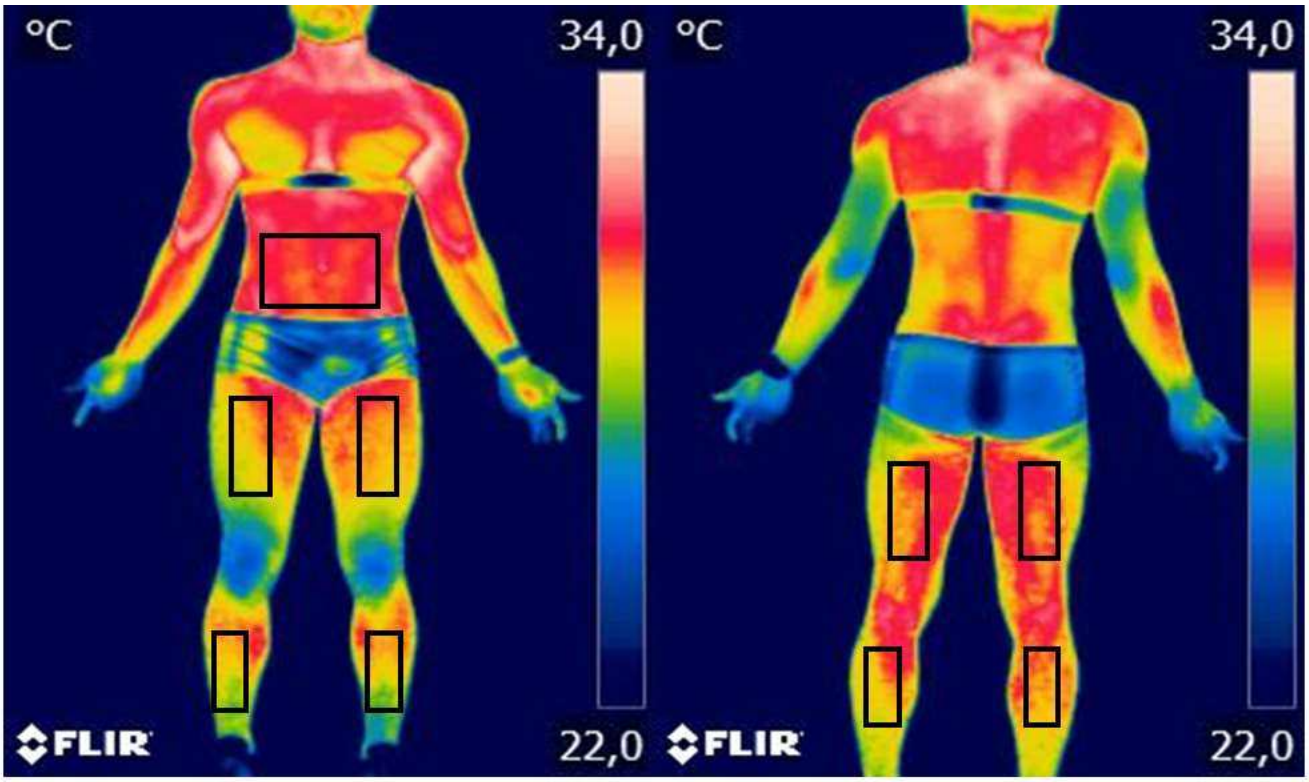
Para realização das imagens termográficas, os voluntários usaram roupas de banho (sunga) e permaneceram dez minutos de pé, sem que a região analisada estivesse em contato ou próxima a qualquer objeto que trocasse calor por radiação. Também não foi permitido realizar movimentos bruscos ou atrito com a pele, conforme indicação de Marins et al. (2014b). Após esse período de tempo, foi realizado o primeiro termograma.

Para aquisição dos termogramas, foi utilizada a câmera Flir® (T420), com amplitude de medição de -20 a +120°C, precisão de 2%, sensibilidade ≤ 0,05°C, banda de espectral dos infravermelhos de 7,5 µm a 13 µm, taxa de atualização de 60 Hz, foco automático e resolução de 320 x 240 pixels, sendo regulada a escala de temperatura entre 22ºC e 34℃. A câmera foi posicionada a 3,5 m dos avaliados, com altura individualizada por voluntário, para encontrar o melhor enquadramento dos termogramas. Foram realizados um termograma da face anterior e um da face posterior. Os avaliados se posicionavam em frente de um tecido preto, para evitar a reflexão da temperatura irradiada pelo corpo. As Regiões Corporais de Interesse (RCI) consideradas neste estudo estão descritas no Quadro 3. Os membros inferiores foram considerados por serem regiões ativas do exercício de corrida, enquanto a região abdominal foi considerada neutra.

Quadro 3 - Pontos anatômicos para marcação das RCIs

Região Anatômica	Referência anatômica para composição da área de análise
Abdômen	Processo xifoide e 5 cm abaixo da cicatriz umbilical.
Coxa	Para a face anterior e posterior, linha inguinal e 5 cm acima da borda superior da patela.
Perna	Para a face anterior e posterior, 5 cm abaixo da borda inferior da patela e 10 cm acima do maléolo.

Após obtenção das imagens termográficas, estas foram analisadas através do software Flir Tools® 4.1, adotando a emissividade de 0,98. A Figura 3 apresenta as RCIs ativas que foram analisadas antes, imediatamente após e nos momentos de 24 e 48 horas de recuperação. Todos os procedimentos de coleta de imagem termográfica e posterior análise foram realizados pelo mesmo profissional de Educação Física treinado para essas funções.



A B

Figura 3 - Áreas demarcadas das regiões corporais de interesse consideradas no estudo nas faces anterior e posterior.

Legenda: A = visão anterior; B = visão posterior.

Após a definição de cada área de análise, o software permite obter a temperatura média e máxima de cada RCI. Para análise deste estudo optou-se por considerar a média de coxa direita em conjunto com a média da coxa esquerda, criando as regiões de coxa anterior e coxa posterior, desconsiderando a lateralidade. O mesmo foi adotado para a região de perna.

ETAPAS 5, 6, 8 e 9: Sessões experimentais - recuperação

Nas etapas 5 e 8 (avaliação 24 horas pós-exercício), primeiramente foi realizada a coleta da urina para avaliar o estado de hidratação. O avaliado colocou o monitor cardíaco para aferição da $FC_{repouso}$ antes do período de aclimatação, para sua avaliação previamente ao exercício. A aclimatação ocorreu por tempo mínimo de 10 minutos em ambiente controlado, sob as condições de 18,92 ± 1,24 ℃ e 70,50 ± 6,53% UR para a sessão T 1 - ABL e

18,83 ± 1,40 ℃ e 70,75 ± 6,17 % UR para a aquisição dos term ogramas dessa etapa. Após a realização dos termogramas, os avaliados escreveram um diário de atividade física e um recordatório alimentar.

Nas etapas 6 e 9 foram realizados os mesmos procedimentos que nas etapas 5 e 6, sob as condições de 19,00 ± 1,65 ℃ e 70,08 ± 6,35% UR para a sessão T1 - ABL e 18,83 ± 1,59 ℃ e 70,17 ± 5,44% UR para T2 – ACL. Após a etapa 6, foi agendada a data da sessão 2 (etapa 7), para que não excedesse período maior do que duas semanas.

Parâmetros sanguíneos

Em repouso, antes da realização de cada ação experimental, foi feita uma punção na veia cefálica ou basílica do braço direito, por um profissional capacitado, com agulha de 25 x 8 mm e seringa de 20 ml, transferindo o sangue para tubos contendo EDTA e tubos com separador de soro, para a dosagem de IL-6, CPK, ureia, creatinina e hemograma. Foi feita uma nova punção no braço esquerdo imediatamente depois de finalizado o exercício, bem como após 24 e 48 horas de recuperação, alternando o braço cujo sangue foi extraído. O sangue coletado foi encaminhado para análise em um laboratório de análises clínicas, imediatamente após as coletas. Foi realizada a dosagem de CPK, ureia e creatinina através do método cinético, no aparelho BS200 (Mindray – China). A IL-6 foi analisada através do método eletroquimioluminescência. O hemograma completo foi realizado através de impedância do aparelho T-890 (Beckman Coulter – EUA). Os valores de normalidade considerados para cada parâmetro sanguíneo tomaram como base as indicações apresentadas no Quadro 3. Todas as análises foram feitas por um laboratório de análises clínicas licenciado, na cidade de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Quadro 4 - Valores de normalidade para diferentes parâmetros sanguíneos considerados neste estudo

PARÂMETRO	VALORES DE NORMALIDADE
CPK	94 – 195 U/dL
Creatinina	0,4 – 1,4 mg/dL
IL-6	Abaixo de 7,0 pg/mL
Ureia	10 – 40 mg/dL

Obs.: Valores de referência propostos pelo Laboratório de Análises Clínicas da Divisão de Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

Análise Estatística

Foi realizado teste de normalidade de Shapiro-Wilk para conferir a distribuição dos dados. Nas comparações dos momentos entre as sessões (T1 - ABL *vs.* T2 - ACL), foi utilizado o teste T pareado para a comparação da T_P, ureia e creatinina (dados normais) e o teste de Wilcoxon para as comparações de CPK e IL–6 (dados não normais).

Para avaliar o comportamento da T_P dentro de cada sessão experimental (efeito tempo), foi realizado o teste de ANOVA de medidas repetidas, seguido de post-hoc de Sidak, para analisar o efeito temporal de T_P, ureia e creatinina (dados normais). Utilizou-se ANOVA de Friedman seguido do teste de Wilcoxon associado ao fator de correção de Bonferronni como post-hoc para a análise de CPK e IL–6 (dados não normais).

Foi utilizado ANOVA de Friedman para analisar a diferença entre as condições ambientais.

Foi feito o cálculo do coeficiente de variação (CV) para averiguar se a T_P das regiões analisadas sofre influência do número amostral adotado no estudo.

Foi adotado o nível de significância de 0,05 para todas as análises, utilizando o software SPSS 20.0.

Resultados

O cálculo do CV do presente estudo mostrou variação de 3,97% para a região de coxa anterior, 3,76% para coxa posterior, 5,16% para perna anterior e 3,87% para perna posterior.

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, juntamente com a média e o desvio-padrão, para os dados normais e a mediana para os dados não normais das RCIs, regiões anterior e posterior, nos momentos de repouso, pós-exercício (pós-exerc.), 24 h e 48 h das sessões ABL e ACL.

Tabela 1 - Temperatura da pele em ℃ em diferentes regiões corporais, nas duas sessões de exercício ao longo do tempo

		T1 - ABL				T2 - ACL			
		Pré	Pós	24h	48h	Pré	Pós	24h	48h
COXA ANTERIOR	**Média**	29,80	29,99	30,07	29,84	29,70	30,72	30,5*	29,99
	Desvio - Padrão	± 1,29	± 1,21	± 1,19	± 1,18	± 1,16	± 1,19	± 1,41	± 1,17
	Mínimo - Máximo	(27,50 – 31,75)	(28,20 – 31,80)	(27,85 – 31,75	(28,05 – 31,55)	(27,95 – 31,25)	(28,65 - 32,45)	(28,00 - 32,00)	(37,45 – 31,30)
COXA POSTERIOR	**Média**	29,93	30,16	30,30	30,12	29,75	30,74	30,25	30,21
	Desvio - Padrão	± 1,16	± 1,32	± 1,40	± 1,15	± 1,36	± 1,51	± 1,39	± 1,37
	Mínimo - Máximo	(27,80 – 31,75)	(28,40 – 32,05)	(27,90 – 32,10)	(28,55 – 32,30)	(26,45 - 31,30)	(28,20 – 32,55)	(27,85 – 31,80)	(27,70 – 32,20)
PERNA ANTERIOR	**Média**	29,46	29,55	30,05	29,79	29,44	29,65	29,74	29,83
	Desvio - Padrão	± 1,16	± 1,17	± 1,24	± 0,78	± 1,17	± 1,12	± 0,99	± 1,06
	Mínimo - Máximo	(27,70 – 31,50)	(27,40 – 31,05)	(27,50 – 31,85)	(28,70 – 31,20)	(27,30 – 31,20)	(27,30 – 31,05)	28,05 – 31,45)	(28,35 – 31,60)
PERNA POSTERIOR	**Média**	29,80	29,95	30,00	29,70*	29,71	30,48*	30,03	30,31
	Desvio - Padrão	± 0,85	± 0,95	± 1,20	± 0,61	± 0,91	± 1,11	± 1,01	± 0,76
	Mínimo - Máximo	(28,55 – 31,30)	(28,50 – 31,45)	(27,80 – 1,20)	(29,25 - 31,05)	(28,20 – 31,25)	(28,50 - 31,45)	(28,50 - 31,50)	(29,05 – 31,50)
ABDÔMEN	**Média**	30,72	28,89	31,15	31,26	30,73	29,80*	30,98	30,85
	Desvio - Padrão	± 1,19	± 2,07	± 0,97	± 1,01	± 1,07	± 2,31	± 1,23	± 1,02
	Mínimo - Máximo	(28,50 – 32,10)	(25,02 – 33,30)	(30,00 – 32,80)	(29,50 – 33,10)	(28,50 – 32,10)	(23,40 - 31,30)	(29,20 – 32,80)	(29,20 – 32,40)

* Dados não normais de acordo com o teste de Shapiro-Wilk (p<0,05) estão apresentados com mediana, desvio-padrão, mínimo-máximo.

A Tabela 1 mostra que houve distribuição normal em todos os momentos da RCI de coxa anterior T1 - ABL, coxa posterior T1 - ABL e T2 - ACL, perna anterior T1 - ABL e T2 - ACL e abdômen T1 - ABL. Na RCI de coxa anterior na sessão T2 - ACL, no momento de 24 horas foi observada distribuição não normal dos dados somente no pós-exercício (p=0,04). A região de perna posterior não apresentou distribuição não normal nos momentos de 48h de T1 - ABL (p=0,024) e imediatamente após o exercício de T2 - ACL (p=0,038). Não houve distribuição normal na região abdominal da sessão T2 - ACL somente no momento imediatamente após o exercício (p=0,002).

Na Tabela 2 encontram-se os dados de caracterização da amostra.

Tabela 2 - Caracterização da amostra (n = 12)

	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
Idade (anos)	22,17	± 2,86
$VO_{2\ max}$ ml(kg.min)$^{-1}$	54,28	± 4,05
FC $_{repouso}$ (bpm)	61,80	± 8,83
FCM $_{cal}$ (bpm)	192,48	± 2,86
FCM $_{obtida}$ (bpm)	195	± 6,45
Lactato (mmol.l^{-1}) *	14,44	± 4,13
IPE *	18,58	± 1,00
Massa corporal (kg)	70,92	± 6,49
Estatura (metros)	1,73	± 0,07
Percentual de Gordura	9,41	± 5,45

(*) Valores de lactato obtidos no final do teste de $VO_{2\ max}$

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos de FC, lactato e IPE no teste de limiar anaeróbico.

Tabela 3 - Comportamento de FC, lactato e IPE ao longo do teste de limiar anaeróbico (média e desvio-padrão)

TEMPO	10(MINUTOS)	10 (MINUTOS	5(MINUTOS)
Intensidade proposta	**< 60 %**	**65 – 75 %**	**>80%**
FC (bpm)	129,52 ± 9,72	150,42 ± 8,60	171,49 ± 5,67
FC %	51 ± 9 %	74 ± 4 %	83 ± 3 %
Lactato (mmol.l^{-1})	2,86 ± 0,82	3,71 ±0,81	5,64 ± 2,06
IPE	9,88 ± 1,69	12,42 ± 2,68	13,90 ±2,68

A Figura 4 apresenta o comportamento médio da FC obtida em cada uma das sessões experimentais de exercício, indicando as faixas metabólicas esperadas.

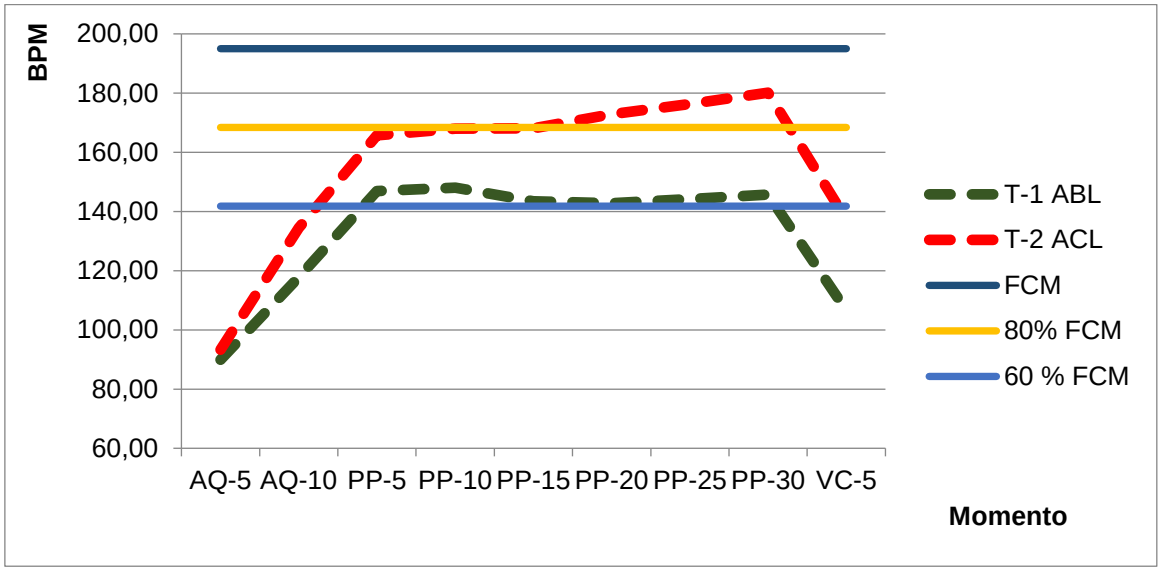


Figura 4 - Comportamento médio da FC obtida em cada uma das sessões experimentais de exercício, indicando as faixas metabólicas esperadas.

Legenda: T-1 ABL – sessão experimental abaixo do limiar anaeróbico¨T-2 ACL – sessão experimental acima do limiar anaeróbico; FCM – frequência cardíaca máxima; AQ-5 – média do minuto 0 ao 5° minuto do aquecimento da sessão; AQ-10 – média do minuto 6° ao 10° minuto do aquecimento da s essão; PP-5 – média do minuto 0 ao 5°minuto da parte principal da sessão; PP- 10 – média do 6°ao 10°minuto da parte principal da sessão; PP-15 – média do 11°ao 15°minuto da parte principal da sessã o; PP-20 – média do 16°ao 20°minuto da parte principal da sessão ; PP-25 – média do 21°ao 25°minuto da parte principal da sessão; PP- 30 – média do 26°ao 30°minuto da parte principal da sessã o; PP-35 – média do 30°ao 35° minuto da parte principal da sessão; PP-40 – média do 36°ao 40°minuto da parte principal da sess ão; VC-5 5 – média do minuto 0 ao 5°minuto da volta à calma.

Durante as sessões experimentais, as concentrações de lactato analisadas parte principal (minuto 23), nos dois protocolos experimentais, foram

diferentes significativamente (p<0,001), sendo os valores médios de 2,86 mmol/L para a sessão T1 - ABL e de 7,57mmol/L durante a sessão T2 - ACL.

O Quadro 5 mostra as condições ambientais em que foi realizada cada uma das etapas do estudo.

Quadro 5 - Condições ambientais de temperatura e umidade de cada etapa do estudo

Condições Ambientais	Bruce (VO_{2max})	T-L	T-1 ABL			T-2 ACL		
			Exerc.	24 h	48 h	Exerc.	24 h	48 h
Temperatura ℃	19,17 ± 1,53	19,04 ± 1,38	19,29 ± 1,40	18,92 ± 1,24	19,00 ± 1,65	19,04 ± 1,37	18,83 ± 1,40	18,83 ± 1,59
Umidade %	70,20 ±6,30	69,00 ±5,24	68,79 ± 6,27	70,50 ± 6,53	70,08 ± 6,35	70,92 ± 4,83	70,75 ± 6,17	70,17 ± 5,44

Legenda: T-L = teste de limiar exercício; Exerc. = exercício; 24 h = momento 24 horas após o exercício; 48 h = momento 48 horas após o exercício; T-1 ABL: teste 1 abaixo do limiar; T-2 ACL: teste 2 acima do limiar

A menor temperatura média observada foi de 18,83℃, enquanto a maior foi de 19,29°C entre todas as sessões realizadas, variando aproximadamente ≈ 1℃. Não houve diferença significativa entre as médias de temperatura (p= 0,262) quando comparadas as sessões T1 - ABL *vs.* T2 - ACL. Quanto à umidade relativa do ar, a menor média registrada foi de 68,79%, enquanto a maior foi de 70,9% entre as sessões, variando em torno de ≈ 2%, não havendo também diferença estatisticamente significativa (p=0,416).

A Figura 5 apresenta a variação da massa corporal durante as sessões T2 - ACL e T1 - ABL. Não foi encontrada diferença significativa do peso em nenhum momento entre as sessões experimentais. Também não foi encontrada diferença significativa intrassessão T-1 ABL (p=0,280) e T2 - ACL (p=0,348). Não foram observadas diferenças significativas entre as sessões.

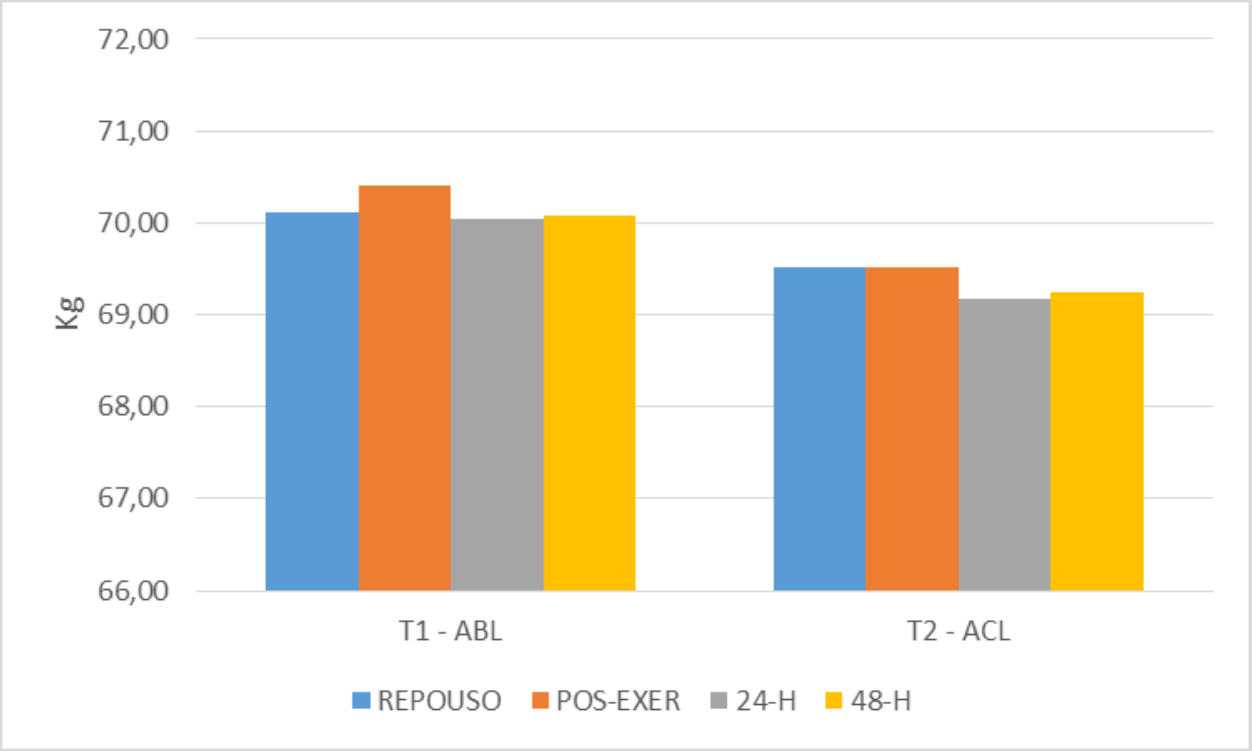


Figura 5 - Variação de massa corporal nas sessões T1 - ABL e T2 - ACL.

A figura 6 apresenta a cinética da temperatura irradiada da pele da RCI da coxa face anterior nas duas condições experimentais avaliadas, considerando a média dos valores obtidos da coxa esquerda e direita.

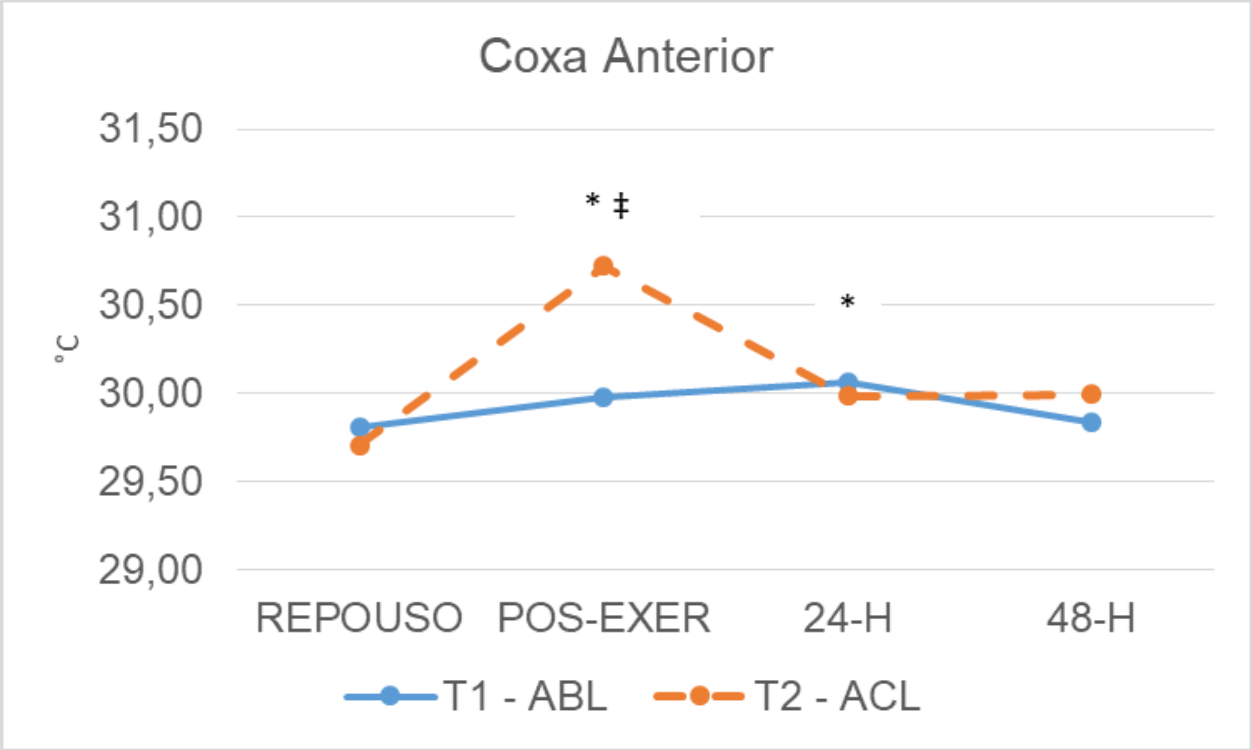


Figura 6 - Cinética da T_P irradiada da coxa – face anterior.

Legenda: T-1 ABL – sessão experimental abaixo do limiar anaeróbico¨T-2 ACL – sessão experimental acima do limiar anaeróbico; POS-EXER – momento imediatamente após exercício; 24H – momento 24 horas após o exercício; 48H – momento 48 horas após o exercício; * T-2 ACL apresentando diferença significativa entre os momentos pré *vs.* pós (p=0,001) e pós *vs.* 24h (p=0,007). ‡ Diferença significativa no momento pós-exercício entre T1 - ABL e T2 - ACL.

A comparação entre duas situações experimentais (T1 - ABL *vs.* T2 - ACL) apontou diferença significativa entre as médias somente no momento pós-exercício (p=0,005). Já a análise do efeito temporal foi diferente nas duas sessões. A sessão T1 - ABL não mostrou diferença significativa em nenhum dos momentos (p=0,333), enquanto a sessão T2 - ACL apresentou diferença significativa entre os diferentes momentos (p=0,005), mostrando aumento significativo entre os momentos pré e pós (p=0,005) e redução após 24h (p=0,007).

A Figura 7 apresenta a cinética da T_P para RCI de coxa, face posterior, sob as duas condições experimentais testadas, considerando as médias entre os valores dos segmentos direito e esquerdo.

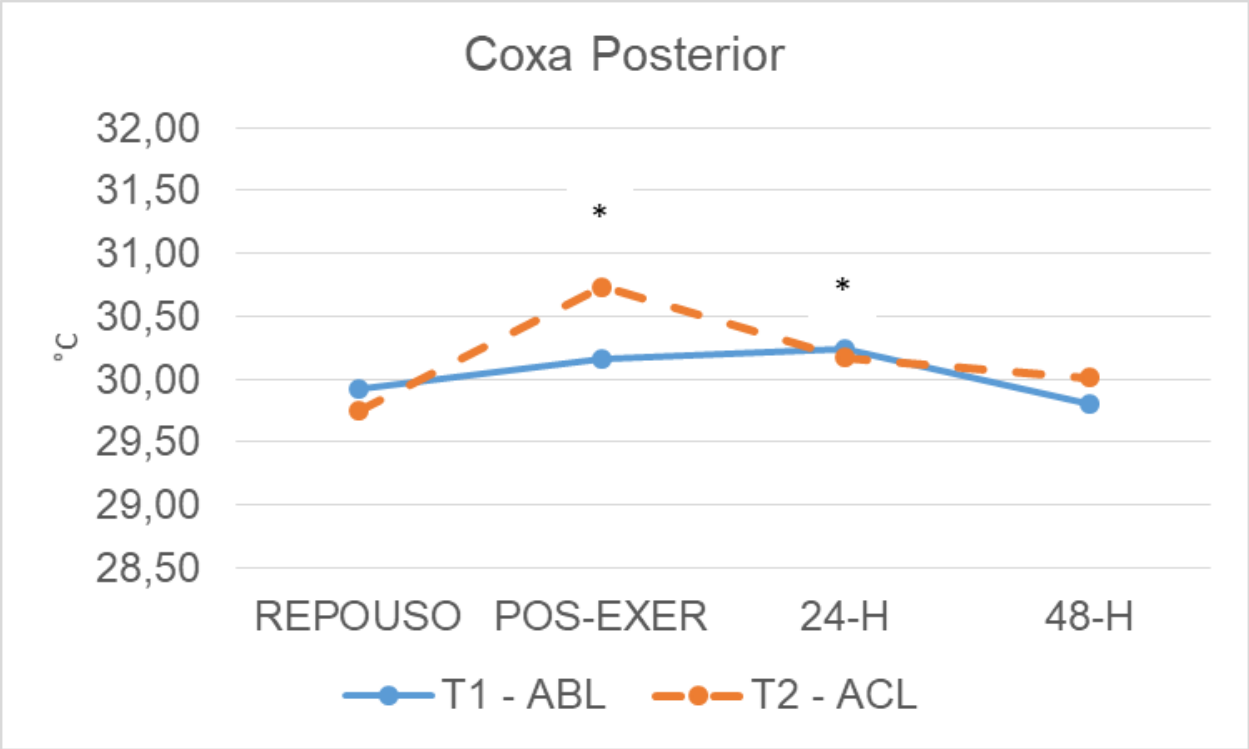


Figura 7 - Cinética da T_P irradiada da coxa – face posterior.

Legenda: T1 - ABL – sessão experimental abaixo do limiar anaeróbico; T2 - ACL – sessão experimental acima do limiar anaeróbico; POS-EXER – momento imediatamente após exercício; 24H – momento 24 horas após o exercício; 48H – momento 48 horas após o exercício; (*) T2 - ACL apresentando diferença significativa entre os momentos repouso *vs.* pós-exercício (p=0,005) e pós-exercício *vs.* 24h (p=0,028).

A comparação entre as duas sessões (T1 - ABL *vs.* T2 - ACL) mostra que não houve diferença significativa entre as médias da T_P da coxa, face posterior, nas duas sessões de exercício em nenhum dos momentos analisados. A comparação do efeito tempo mostra que a sessão T1 - ABL não apresentou diferença significativa entre os momentos (p=0,422), enquanto a sessão T2 - ACL apresentou diferença entre eles (p=0,001). A análise do post-hoc de Sidak revela que houve aumento significativo entre os momentos repouso – pós-exercício (p=0,005) e redução pós-exercício – 24h (p=0,028).

Na Figura 8 é apresentada a cinética da T_p irradiada da perna, face anterior, sob as duas condições experimentais testadas, considerando as médias entre os segmentos direito e esquerdo.

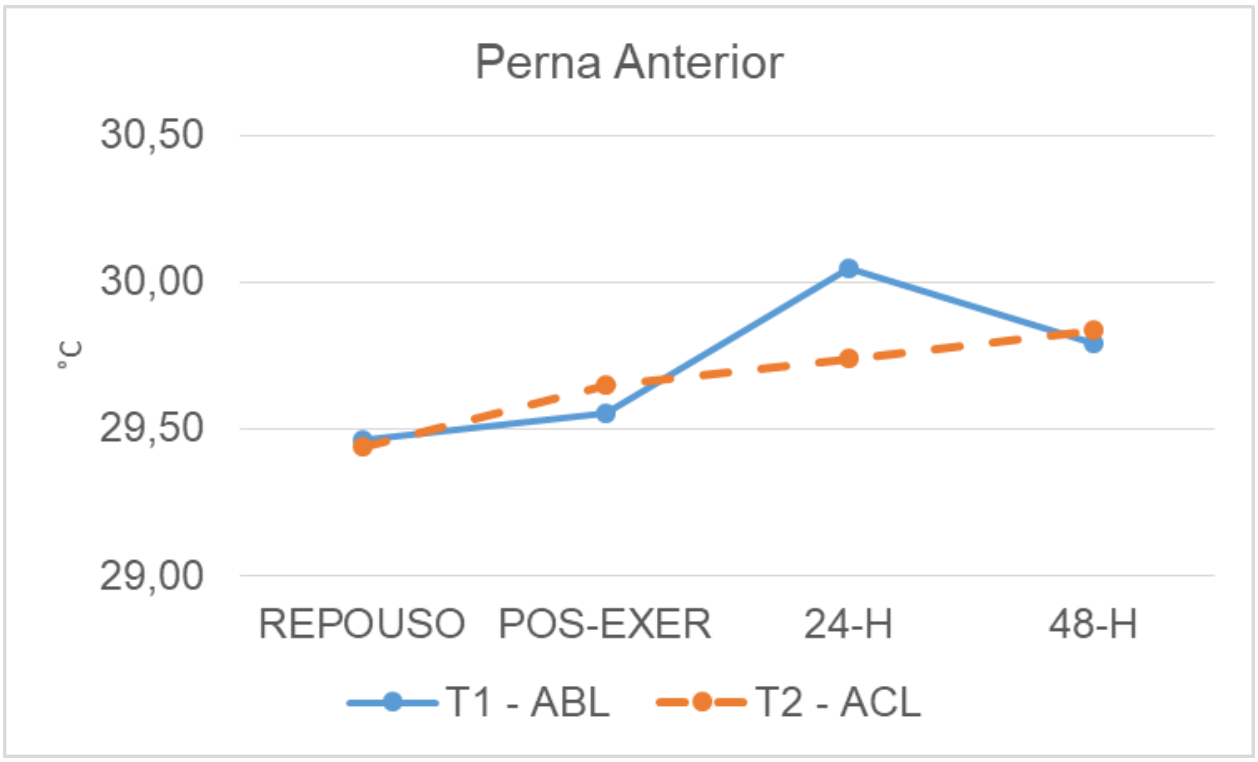


Figura 8 - Cinética da T_P irradiada da perna – face anterior.

Legenda: T1 - ABL – sessão experimental abaixo do limiar anaeróbico; T2 - ACL – sessão experimental acima do limiar anaeróbico; POS-EXER – momento imediatamente após exercício; 24H – momento 24 horas após o exercício; 48H – momento 48 horas após o exercício.

A comparação entre as situações T1 - ABL *vs.* T2 - ACL mostra que não houve diferença significativa entre as médias da T_P irradiada entre os momentos pareados das sessões. A comparação dos momentos de uma sessão (efeito tempo) aponta que não houve diferença significativa entre as médias da T_P nas sessões T1 - ABL (p=0,451) e T2 - ACL (p=0,495).

A Figura 9 apresenta a cinética da T_p irradiada da perna, face posterior, sob as duas condições experimentais testadas, considerando as médias entre os segmentos direito e esquerdo.

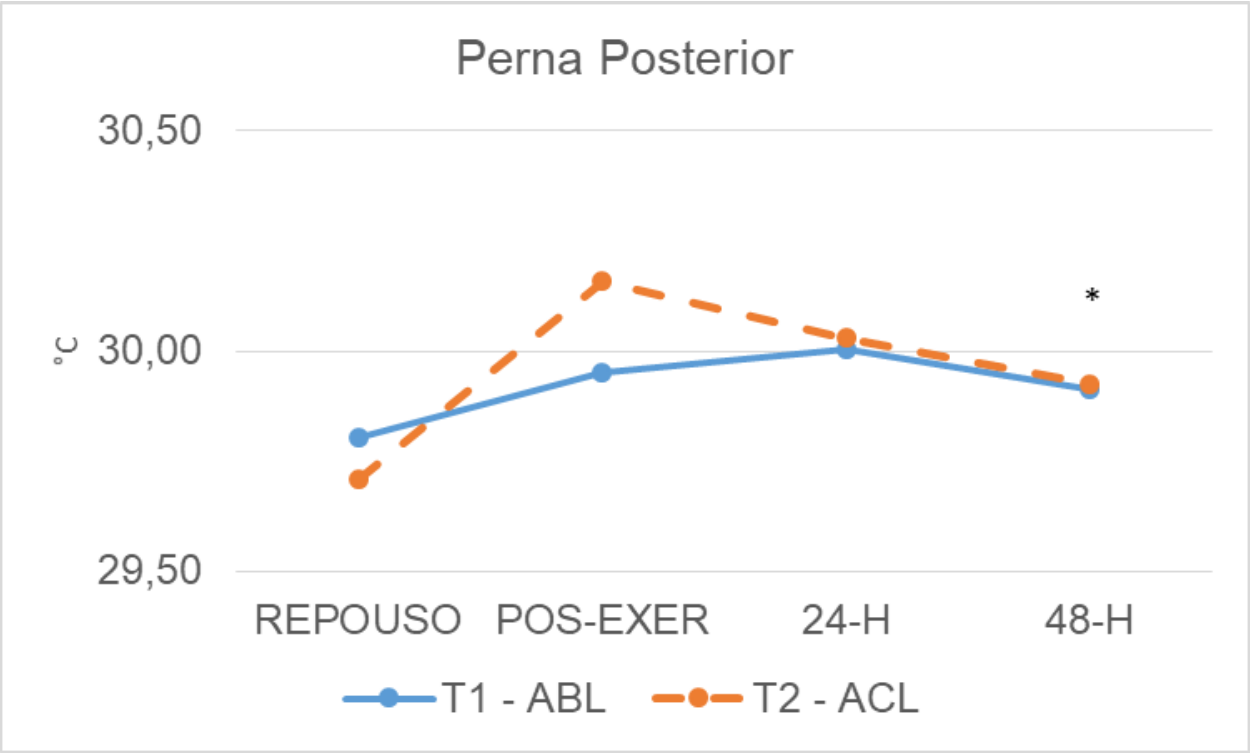


Figura 9 - Cinética da T_P irradiada da perna – face posterior.

Legenda: T1 - ABL – sessão experimental abaixo do limiar anaeróbico; T2 - ACL – sessão experimental acima do limiar anaeróbico; POS-EXER – momento imediatamente após exercício; 24H – momento 24 horas após o exercício; 48H – momento 48 horas após o exercício. * Diferença significativa entre T1 - ABL e T2 - ACL.

A comparação entre as duas situações mostra diferença significativa somente no momento de 48h após o exercício (p=0,025), por apresentar valores de variância muito discrepantes entre as sessões (T1 - ABL= 0,374; T2 - ACL = 0,585). Não houve diferença significativa na análise do efeito tempo da sessão em nenhuma das sessões (p=0,085).

A Figura 10 mostra a cinética da T_P irradiada do abdômen, nas duas condições experimentais.

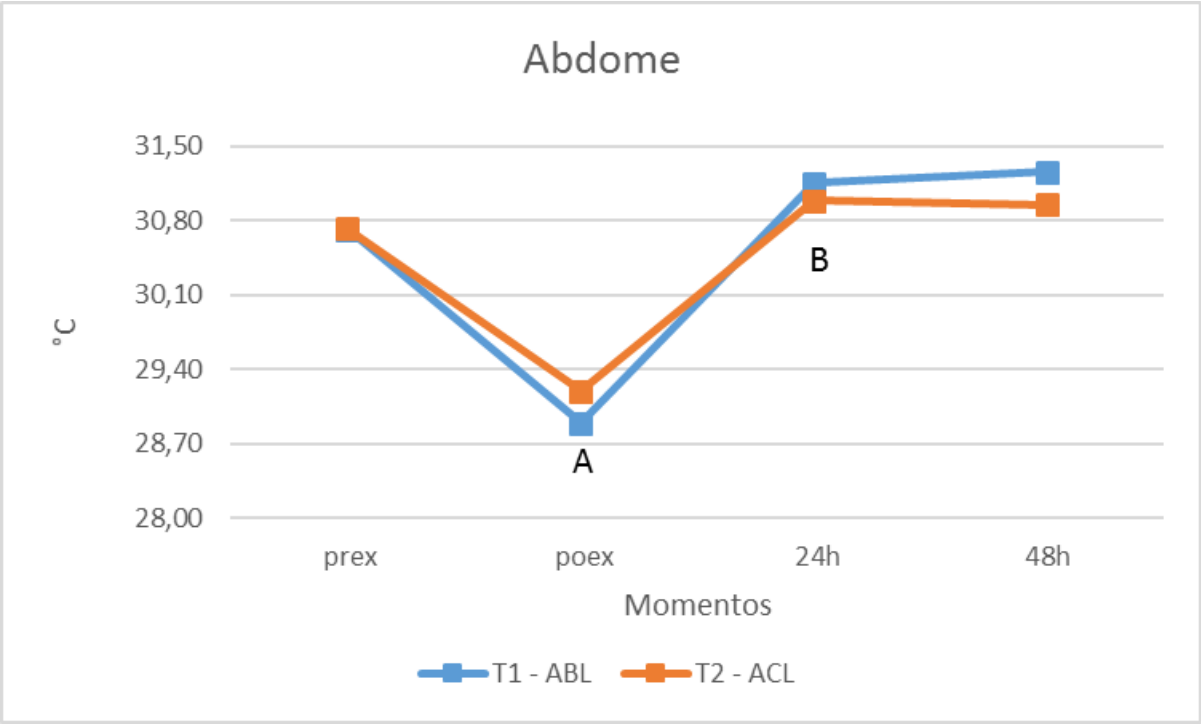


Figura 10 - Cinética da T_p irradiada do abdômen.

Legenda: (A) Tanto T1 - ABL como T2 - ACL com diferenças significativas entre repouso *vs.* pós exercício. (B) Tanto T1 - ABL como T2 - ACL com diferenças significativas entre pós-exercício *vs.* 24h.

Não houve diferença significativa da T_P entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL em todos os momentos analisados. Houve diferença significativa do efeito tempo durante a sessão T1 - ABL ($p<0,001$), com redução significativa entre os momentos repouso *vs.* pós exercício ($p=0,006$) e aumento entre pós-exercício *vs.* 24h ($p=0,001$), e durante a sessão T2 - ACL ($p=0,001$) nos momentos repouso *vs*. pós-exercício ($p=0,008$) e pós-exercício *vs.* 24h ($p=0,005$).

No Quadro 6 encontram-se as diferenças absolutas de T_P das sessões T1 - ABL *vs.* T2 - ACL nas RCIs analisadas após 24 e 48 horas do exercício.

Quadro 6 - Diferenças absolutas entre as médias da T_P nas duas sessões de exercício, em ℃

RCI	24 horas após exercício	48 horas após exercício
Coxa Anterior	0,09 ℃	0,15 ℃
Coxa posterior	0,12 ℃	0,20 ℃
Perna Anterior	0,31 ℃	0,04 ℃
Perna Posterior	0,03 ℃	0,02 ℃
Abdominal	0,17 ℃	0,31 ℃

T1 - ABL < T2 - ACL em todos os casos apresentados neste quadro.

O Quadro 7 apresenta as diferenças absolutas do repouso com 24 e 48 horas do exercício das sessões T1 - ABL e T2 - ACL.

Quadro 7 - Diferenças absolutas entre as médias da T_P entre repouso e 24 e 48 horas após o exercício nas duas sessões (℃)

Exercício	T1 - ABL		T2 - ACL	
RCI	Δ Repouso – 24 h	Δ Repouso – 48 h	Δ Repouso – 24 h	Δ Repouso – 48 h
Coxa Anterior	0,17 ℃	0,04 ℃	0,28 ℃	0,29 ℃
Coxa posterior	0,22 ℃	- 0,12 ℃	0,43 ℃	0,26 ℃
Perna Anterior	0,59 ℃	0,33 ℃	0,30℃	0,39 ℃
Perna Posterior	0,20 ℃	0,11 ℃	0,32 ℃	0,22 ℃
Abdominal	0,43 ℃	0,54 ℃	0,25 ℃	0,26 ℃

Na Tabela 4 têm-se os resultados do teste de normalidade de Shapiro-Wilk, juntamente com a média, o desvio-padrão e o nível de significância do teste (p), para os dados paramétricos, e mediana, mínimo e máximo e nível de significância do teste (p), para os dados não paramétricos das RCIs, regiões anterior e posterior, nos momentos pré-exercício, pós-exercício, 24h e 48h das sessões ABL e ACL.

Tabela 4 - Estatística descritiva para biomarcadores de sobrecarga muscular

		T1 - ABL				T2 - ACL			
		Repouso	**Pós**	**24h**	**48h**	**Repouso**	**Pós**	**24h**	**48h**
CPK (U/L)	**Mediana**	179,50*	195,00*	167,50*	189,50*	197,50*	212,50*	295,50*	248,00*
	mín - máx	80 - 898	96 - 957	88 - 776	76 - 724	94 - 681	112 - 811	140 - 1003	113 - 717
	p	0,006	0,005	0,007	0,021	0,010	0,011	0,012	0,022
URÉIA (MG/DL)	**Média**	28,00	28,33	29,33	27,50	28,00	29,25	29,50	30,58
	Desvio-Padrão	± 4,99	± 4,92	± 4,40	± 4,70	± 3,84	± 4,56	± 6,56	± 6,19
	p	0,980	0,945	0,965	0,608	0,179	0,520	0,433	0,184
CREATININA (MG/DL)	**Média/ mediana**	1,03	1,03	1,06*	1,035*	1,08	1,09	1,07	1,095*
	Desvio-Padrão / mín - máx	± 0,18	± 0,18	0,58 - 1,32	0,78 - 1,12	± 0,13	± 0,14	± 0,09	0,52 - 1,25
	p	0,711	0,676	0,028	0,020	0,687	0,857	0,587	0,30
IL-6 (PG/ML)	**Mediana**	1,50*	2,00*	1,50*	1,50*	1,55*	2,60*	1,55*	1,50*
	mín - máx	1,50 - 4,30	1,50 - 4,50	1,50 - 4,30	1,50 - 4,70	1,50 - 6,60	1,70 - 9,50	1,50 - 5,90	1,50 - 2,60
	p	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	0,009	<0,001	<0,001

* Dados não normais de acordo com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk (p<0,05) e são apresentados em mediana, máximo e mínimo.

Foi observada distribuição não normal nos parâmetros CPK e IL-6 em todos os momentos das sessões T1 - ABL e T2 - ACL. Houve distribuição não normal para o parâmetro creatinina nos momentos 24 e 48 horas após o exercício da sessão T1 - ABL e somente no momento 48 horas após o exercício da sessão T2 - ACL. Foi observado que houve distribuição normal em todos os momentos das duas sessões para o parâmetro ureia.

A Figura 11 apresenta o comportamento médio da CPK durante as sessões experimentais T1 - ABL e T2 -ACL.

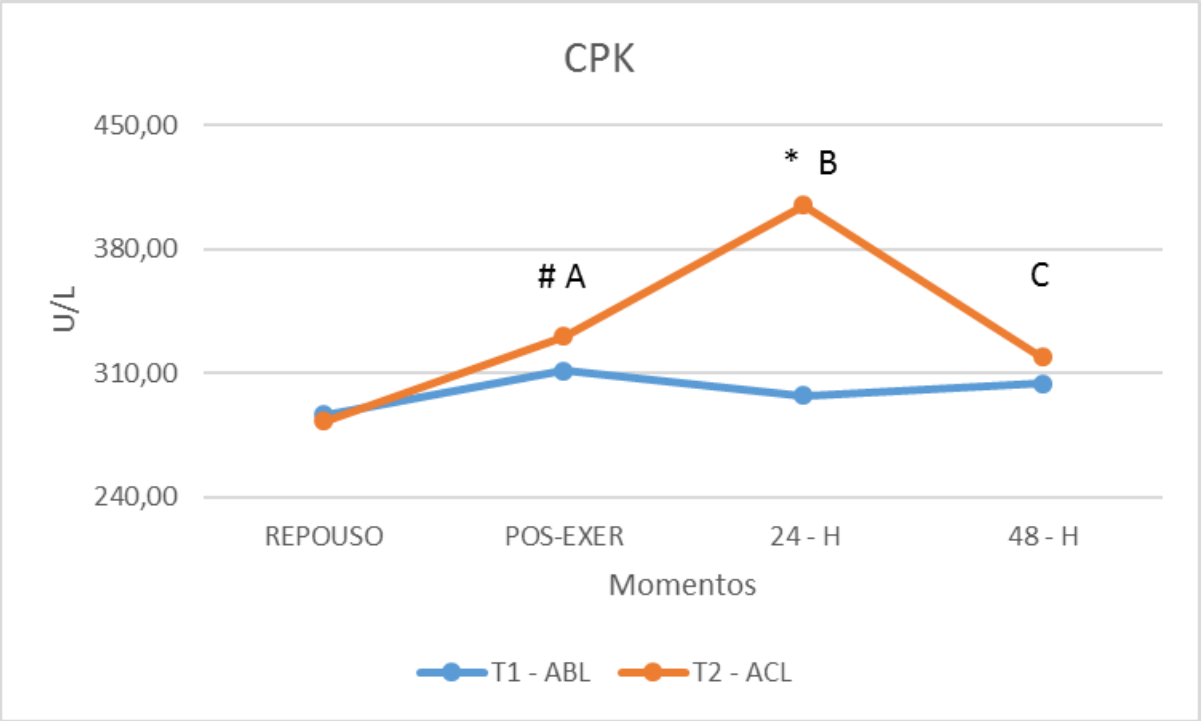


Figura 11 - Comportamento da CPK durante as sessões experimentais.

Legenda: (#) diferença significativa para ação temporal da sessão T1 - ABL entre os momentos repouso *vs.* pós-exercício; (A) diferença significativa para ação temporal da sessão T2 - ACL entre os momentos repouso *vs.* pós-exercício; (B) diferença significativa para a ação temporal da sessão T2 - ACL repouso *vs.* 24 horas; (C) diferença significativa para a ação temporal 24 horas *vs.* 48 horas da sessão T2 - ACL; (*) diferença significativa para T1 - ABL $_{vs.}$T2 - ACL.

Houve diferença significativa somente no momento 24 horas após o exercício na comparação da sessão T1 - ABL *vs.* T2 - ACL (p=0,004). Foi observada diferença significativa na ação temporal da sessão T1 - ABL (p=0,024), sendo o aumento significativo somente no momento repouso – pós-exercício (p<0,001), e na sessão T2 - ACL (p<0,001), expresso por aumento nos momentos repouso – pós-exercício (p<0,001) e repouso – 24h (p=0,005), seguido de queda significativa do momento 24 horas para 48 horas finalizado o exercício (p<0,001).

As médias desse parâmetro, para todos os momentos, apresentaram concentrações superiores ao valor máximo de referência para a situação de repouso, de 195 U/L.

A Figura 12 mostra o comportamento da creatinina durante as sessões experimentais T1 - ABL e T2 - ACL.

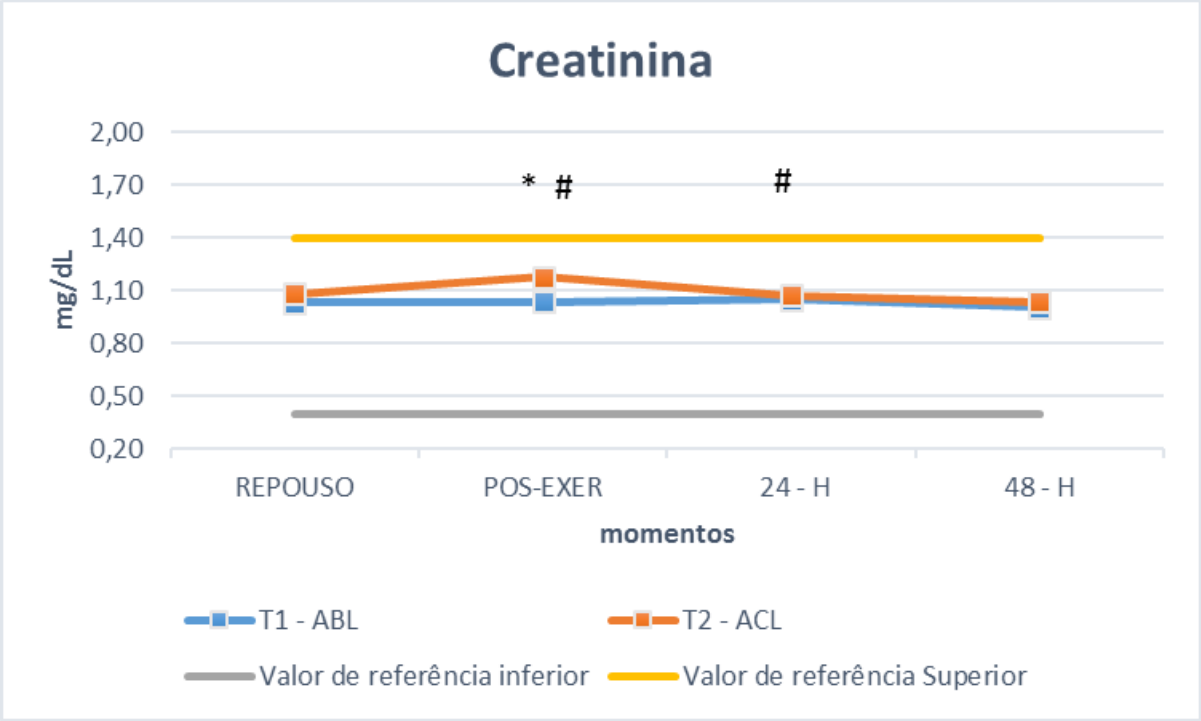


Figura 12 - Comportamento da creatinina durante as sessões experimentais.

Legenda: (#) diferença significativa entre os momentos da sessão T2 - ACL; (*) diferença significativa entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL.

Foi observado que houve diferença significativa no momento pós-exercício entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL (p=0,036). Houve diferença significativa nas concentrações de creatinina durante a ação temporal somente na sessão T2 - ACL (p=0,022) nos momentos repouso *vs.* pós-exercício (p=0,002) e pós-exercício *vs.* 24 horas pós-exercício (p=0,009).

Na Figura 13 é mostrado o comportamento da concentração de IL-6 durante as sessões T1 - ABL e T2 - ACL.

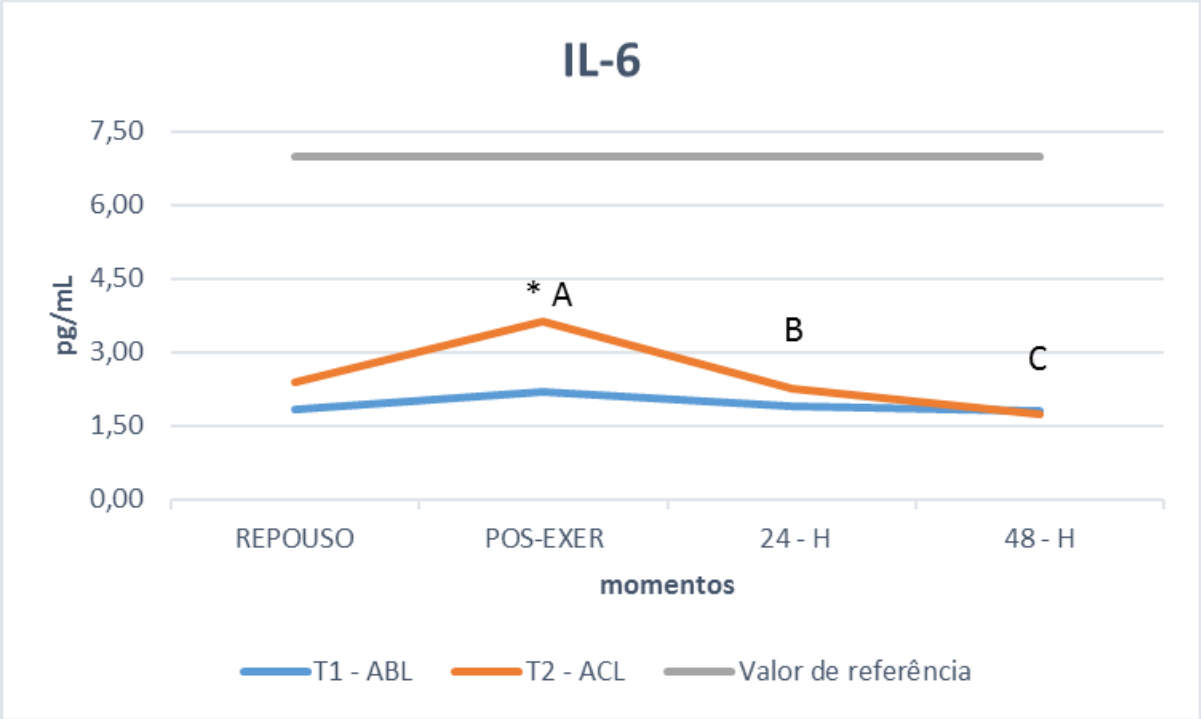


Figura 13 - Comportamento da média das concentrações de IL-6 durante as sessões experimentais.

Legenda: (A) diferença significativa entre os momentos repouso *vs.* pós-exercício para a sessão T2 – ACL; (B) diferença significativa entre os momentos pós-exercício *vs.* 24 horas após o exercício para a sessão T2 – ACL; (C) diferença significativa entre os momentos pós-exercício *vs.*48 horas para a sessão T2 - ACL; (*) diferença significativa entre as sessões T1 – ABL e T2 ACL.

Foi constatada diferença significativa no momento pós-exercício entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL ($p<0,001$). Houve diferença significativa nas concentrações de IL-6 durante a ação temporal somente na sessão T2 - ACL ($p<0,001$) nos momentos repouso *vs.* pós-exercício ($p<0,001$), pós-exercício *vs.* 24 horas pós-exercício ($p<0,001$) e pós-exercício *vs.* 48 horas pós-exercício ($p<0,001$).

Na Figura 14 é mostrado o comportamento da concentração da ureia durante as sessões experimentais T1 - ABL e T2 - ACL.

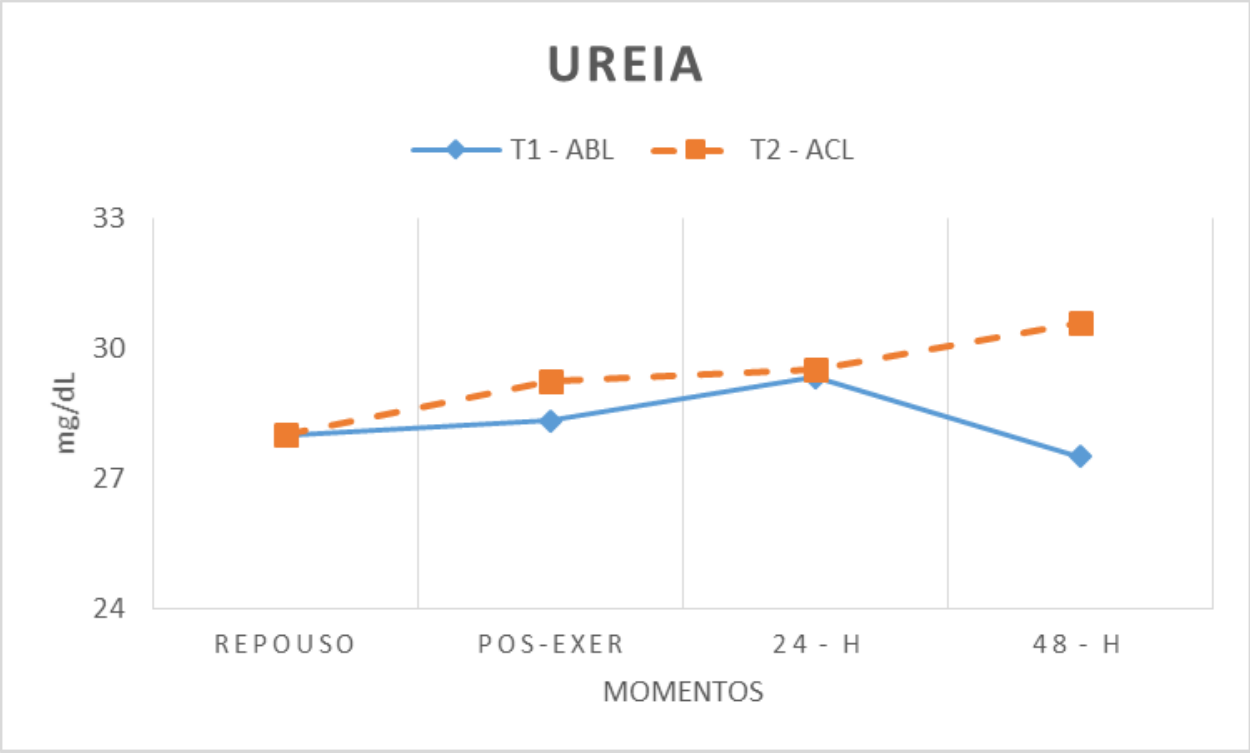


Figura 14 - Comportamento da média das concentrações de ureia durante as sessões experimentais.

Não foi encontrada diferença significativa na concentração de ureia em nenhum dos momentos da comparação entre T1 - ABL e T2 - ACL. Não se observaram diferenças significativas em nenhum dos momentos das duas sessões para a ação temporal.

Discussão

A variável independente deste estudo foi a intensidade de exercício. Assim, é importante ter assegurado que fatores de confusão não tenham interferido na sua execução, como condições ambientais, estado de nutrição, exercício prévio e nível de hidratação, sendo isso confirmado pelos parâmetros de controle interno durante sua execução, como a FC e o lactato.

É importante destacar que a T_P é extremamente sensível às condições ambientais (temperatura ambiente, umidade e corrente de ar direcionada ao avaliado) (FERNÁNDEZ-CUEVAS et al., 2015; MARINS et al., 2014). Essas variáveis foram controladas de forma que se mantiveram constantes em todas as etapas do estudo, dentro da faixa recomendada por Fernández-Cuevas (2015) para a realização de imagens termográficas, não havendo influência delas nos resultados obtidos. As condições ambientais não controladas podem gerar um desgaste adicional ao da atividade física. Estudos mostram que a CPK sofre interferência de ambientes mais quentes. O presente estudo trabalhou em condições termoneutras, não sendo capaz de gerar um desgaste fisiológico adicional em decorrência do ambiente.

O cálculo do CV mostra que, apesar de a amostra ser pequena (n=12), a medida da T_P para todas as regiões possui variação adequada, dentro de um limite de confiabilidade estatística de 95%, sendo um forte indicador de que o número amostral não foi um fator que prejudicasse as análises estatísticas.

Os dois modelos de exercício possuem particularidades fisiológicas, embora fossem atividade contínua em uma sessão de 45 minutos em esteira. A atividade abaixo do limiar anaeróbico é uma condição que gera baixo nível de estresse ao corpo, com a mudança dos valores de CPK e IL-6 imediatamente após a atividade. Intensidades aeróbicas vigorosas promovem grande desgaste fisiológico por causa da alta demanda em ressintetizar o ATP para manter a contração muscular em atividade. As diferenças da FC (Figura 4) e da concentração de lactato capilar (T1 - ABL = 2,89 mmol/L; T2 - ACL = 7,57 mmol/L) mostram que as sessões de exercício foram de características fisiológicas diferentes, confirmando a ação metodológica proposta no estudo.

- ✓ Cinética da T_P

1) T_P na condição de repouso

Em todas as RCIs analisadas, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL. Isso indica que as respostas termogênicas dos avaliados foram muito semelhantes e que as variações obtidas ao longo do exercício se deram em decorrência das diferentes intensidades propostas.

A T_P de repouso das RCIs analisadas no presente estudo está próxima da observada no de Marins et al. (2014a), com população semelhante à deste estudo. Entretanto, a região abdominal, coxa posterior e perna anterior apresentaram temperatura ligeiramente mais baixa, inferior a 1℃. Uma justificativa para esse fenômeno pode ser o tipo de câmera utilizada, pois no presente estudo foi empregado o modelo Flir®T420, enquanto na pesquisa citada foi o modelo Fluke®TiR-25. No trabalho de Silva (2015), em que se fez uma comparação entre as câmeras, foi visto que há diferença de leitura entre elas, o que pode, em parte, justificar essa resposta.

Assim como no estudo de Marins et al. (2014a), a RCI abdominal em repouso foi a que apresentou maior temperatura irradiada da pele, em relação às demais RCIs analisadas. As regiões centrais do corpo possuem maior temperatura corporal durante o repouso por estarem associadas a um maior fluxo sanguíneo para os órgãos de funções vitais durante esse momento, além da atuação do sistema simpático para regulação do fluxo sanguíneo nas regiões periféricas, controlando os mecanismos de vasodilatação e vasoconstrição de acordo com a variação da T_C (JOHNSON; MINSON; KELLOGG, 2014).

2) T_P imediatamente após o exercício

Usualmente, os estudos apontam para uma queda acentuada da T_P logo após finalizado exercício, fato observado neste estudo somente no comportamento da RCI abdominal. Contudo, cabe destacar um aspecto interessante sobre esse comportamento: a forma de realização do exercício. Os estudos em que se constatou a queda da T_P são em sua maioria realizados com cargas progressivas (AKIMOV; SON'KIN, 2011; CLARK; MULLAN; PUGH, 1977; LEVELS et al., 2012; MERLA et al., 2010), o que impõe ajustes termorregulatórios diferentes ao corpo durante um exercício de carga contínua.

Em exercício de carga progressiva ocorre rápido aumento da pressão hidrostática, ocasionado pelo aumento da pressão arterial durante os estágios, promovendo um efluxo hídrico para meio intersticial, o que funciona como um potente estimulador da geração de suor (CONVERTINO, 1987), somado ao aumento de calor interno, resultante do aumento abrupto da produção de calor produzido pelo exercício progressivo (FERNANDES et al., 2012). Isso indica que o exercício progressivo apresenta T_P inferior à do exercício de carga fixa, devido a um possível aumento no volume de sudorese, contribuindo para o maior resfriamento da pele.

Por outro lado, quando realizado exercício carga física constante, como foi o caso do presente estudo, as respostas da T_P são diferentes em função do tempo de exercício. Nesse caso, quando a musculatura participa do gestual, tende a manter ou aumentar a T_P ao final do exercício, enquanto nas regiões inativas ocorre redução da T_P pelo mecanismo de vasoconstrição cutânea adrenérgica resultante da atividade muscular (HODGES; JOHNSON, 2009; JOHNSON; MINSON; KELLOGG, 2014; MORA-RODRÍGUEZ et al., 1996), somado à evaporação do suor da pele, resfriando a região inativa. Esse comportamento ficou claro no estudo de Silva (2015) comparando três dinâmicas diferentes (exclusivamente membros superiores, exclusivamente membros inferiores e combinado) em exercício de remoergômetro, em que foi observado que as regiões ativas durante o exercício mostraram maiores valores da T_P irradiada da pele do que as demais.

Dessa forma, os resultados gerais do presente estudo, na região abdominal, imediatamente após finalizadas as etapas de exercício contínuo, independentemente da intensidade (T1 - ABL ou T2 - ACL), estão em conformidade com os de Silva (2015) , pois mostram claramente uma redução da T_P abdominal, cuja participação no gestual da corrida é estabilizadora; já nas regiões de membros inferiores ocorre a manutenção ou mesmo elevação da T_P, pelos músculos da coxa e perna serem motores primários da corrida, independentemente da intensidade.

Isso significa dizer que a vasodilatação em membros inferiores imposta pelo exercício de corrida sustentada ao longo de 45 minutos proporciona maior fluxo de sangue e, consequentemente, maior aporte de calor, que sobrepõe o efeito

da evaporação do suor produzido na pele para a mesma região. A seguir é discutido o comportamento específico da T_P de cada RCI analisada neste estudo.

2.1) T_P da face anterior da coxa

Houve aumento da T_P da coxa anterior comparando as sessões T1 - ABL *vs.* T2 - ACL, sendo esta de 0,73℃, um dos resultados mais interessantes deste estudo. Esse comportamento da T_P mostra que houve maior demanda energética na sessão T2 - ACL frente a T1 - ABL em função da intensidade do exercício, necessitando-se assim de maior aporte de O_2 e, consequentemente, de maior fluxo sanguíneo local, com maior geração de calor. Uma justificativa para esse resultado é que o aumento da intensidade da atividade proporciona maior atividade metabólica local, fazendo com que haja redistribuição de fluxo sanguíneo para as regiões ativas durante o exercício, promovendo maior irrigação sanguínea na coxa durante a corrida em esteira (FERNANDES et al., 2012, 2014).

A Figura 4 demonstra que durante toda a fase de corrida do T2 - ACL a FC esteve acima do limiar anaeróbico esperado, estando ao final dos 30 min com valores próximos de 180 bpm de intensidade, enquanto no T1 - ABL ela ficou próxima de 140 bpm.

O aumento da velocidade da corrida, carga externa imposta ao corpo humano, possui reflexo no metabolismo local através da maior atividade do quadríceps. Segundo Zeitoune et al. (2014), em maiores velocidades de corrida há maior flexão de quadril, associado à maior atividade de flexão e extensão de joelho em exercício de corrida em esteira rolante, que é proporcionado pelo menor tempo de contato do pé no solo, em decorrência da velocidade aumentada. Essa alteração na biomecânica da corrida em esteira poderia acarretar maior atividade metabólica no músculo do quadríceps, devido ao aumento em sua função mecânica.

Por outro lado, foi encontrada diferença significativa do efeito tempo na sessão T2 - ACL, não sendo observado esse comportamento na sessão T1 - ABL. Esse resultado aponta que a intensidade do exercício possui importante participação no aumento da temperatura das áreas fisicamente ativas, indicando maior demanda metabólica em atividades mais intensas.

Este estudo reforça os achados de Silva (2017a), de que na principal musculatura ativa a T_P se mantém constante ou mesmo aumenta em função da intensidade do exercício realizado, o que provavelmente reflete na quantidade de perfusão sanguínea exigida de acordo com a intensidade do exercício.

2.2) T_P da face posterior da coxa

Na visão posterior da coxa, não foi observada diferença significativa na comparação entre as sessões de exercício (Figura 13). Isso indica que a intensidade do exercício não influenciou esse grupamento muscular. Contudo, pode-se observar que a sessão T2 - ACL foi capaz de promover aumento absoluto estatisticamente não significativo da T_P de aproximadamente 0,6℃, em relação à sessão T1 - ABL, seguindo a tendência do observado na face anterior da coxa.

Apesar de não haver diferenças estatísticas, esse resultado aponta para uma tendência de maior demanda metabólica dos isquiotibiais na sessão T2 - ACL *vs.* T1 - ABL, o que poderia ser ampliado caso o exercício tivesse duração maior, ou se a atividade fosse realizada em declive, o que aumentaria a solicitação dos isquiotibiais.

Quanto ao efeito tempo, houve diferenças significativas de temperatura irradiada da pele na sessão T2 - ACL. Foi constatado aumento de aproximadamente 1℃ do momento de repouso em relação ao imediat amente após o exercício. Esse aumento se deve, provavelmente, ao redirecionamento do fluxo sanguíneo durante a atividade, a fim de suprir a maior demanda por nutrientes e remoção de metabólitos do exercício, como lactato, AMP e CO_2. O óxido nítrico (NO), prostaglandinas E_2 e prostaciclina (PGI_2) convertida em ciclo-oxigenase (COX) são produzidos durante o exercício pelo endotélio e potencializam a vasodilatação periférica, sendo aumentados pela força de cisalhamento criada pela velocidade de atrito do sangue nas células endoteliais. Por outro lado, na sessão caracterizada abaixo do limiar (T1 - ABL), a diferença observada entre a temperatura de repouso e imediatamente após o exercício foi de 0,13℃, sem haver aumento da T_P da mesma magnitude, em relação à outra sessão. Mesmo não havendo diferença entre grupos, durante a análise temporal há clara tendência de que o exercício de maior intensidade, mesmo com apenas

30 minutos, potencialize o aumento da T_P, em razão da maior demanda metabólica.

Os resultados do presente estudo estão em conformidade com os de Fernandes et al. (2016), em que houve a manutenção da T_P de regiões ativas durante o exercício em esteira com intensidade próxima a 60% do $VO_{2máx}$.

2.3) T_P da face anterior da perna

É possível observar que a sessão de exercício mais intensa impôs aumento de 0,2℃ frente ao exercício de menor intensidade, sendo estatisticamente não significativa. Dessa forma, a intensidade do exercício durante 30 minutos de corrida não foi suficiente para gerar diferenças térmicas nessa região.

Essa ausência de diferenças pode estar associada a um menor grau de exigência mecânica e metabólica em relação às demais regiões ativas. A manutenção da T_P também pode estar relacionada à área de secção transversal muscular dessa região, que, em comparação com as outras RCIs analisadas, compreende uma área muscular significativamente menor.

Fernandes et al. (2016), também com exercício de corrida contínua, avaliando o comportamento da T_P irradiada na face anterior da perna, constataram que no momento imediatamente após o exercício não houve diferença significativa em comparação ao momento pré-exercício, de acordo com o presente estudo.

Quanto ao efeito temporal, em ambas as condições de exercício se observou tendência à manutenção da T_P na região de perna anterior. Esse resultado mostra que não houve diferença estatisticamente significativa na comparação com a ação temporal das sessões.

Essa manutenção térmica observada nessa região reforça os achados de Fernandes et al. (2016) durante exercício contínuo. Pelo fato de ser uma RCI com pouco volume muscular, se comparado com o da face anterior da coxa, ou mesmo da face posterior da perna, é possível que a amplitude térmica seja limitada, porém reforça a tese de que no exercício de carga contínua a região ativa não apresenta redução da T_P.

2.4) T_P da face posterior da perna

Na Figura 8 é possível observar que, em valores absolutos, o comportamento da T_P na face posterior da perna, em comparação com as sessões de distintas intensidades, é diferente, pois se registra uma diferença absoluta de 0,2℃ no momento imediatamente após o exercício. Contudo , não foi encontrada diferença significativa na região de perna posterior no momento pós-exercício, na comparação entre T1 - ABL e T2 - ACL.

A musculatura posterior da perna apresenta demanda mecânica e metabólica importante no exercício de corrida. Assim, esperava-se diferença significativa entre as sessões, tendo em vista que, concomitantemente ao aumento da intensidade de exercício, ocorre o aumento do metabolismo energético, que tem por produto a geração de energia mecânica e térmica através da quebra do ATP, gerando assim moduladores positivos (AMPc, ADP, P_i, lactato e CO_2), os quais favorecem a vasodilatação e aumentam o fluxo sanguíneo para a região exercitada.

Fernandes et al. (2016), monitorando o comportamento dessa RCI, observaram que houve aumento significativo da T_P 10 minutos após o término de exercício de corrida, seguido da volta para valores similares aos do repouso no minuto 40 da recuperação, composta por 60 minutos. Esses resultados são similares ao observado no presente estudo.

Esse comportamento temporal observado na face posterior da perna reforça os achados de outros autores já mencionados, bem como das outras RCIs de membros inferiores aqui analisadas, segundo os quais durante o exercício contínuo não ocorre redução da T_P, podendo-se esperar a manutenção ou elevação dessa temperatura.

2.5) T_P da região abdominal

A escolha do registro da T_P da região abdominal foi feita por esta não ser responsável diretamente pelo movimento de corrida (motor primário), pois sua função principal é estabilizar o quadril para o gestual da corrida, sendo considerada uma região não ativa isotonicamente durante o exercício.

Não foi observada diferença significativa na RCI abdominal na comparação entre T1 - ABL e T2 - ACL. Os resultados apontam que a

intensidade do exercício parece não interferir no comportamento térmico desta RCI, que sempre apresentará queda de magnitudes semelhantes.

Quanto ao efeito temporal, os resultados obtidos foram bastante interessantes, pois se observou redução estatisticamente significativa em ambas as condições de exercício. Esse comportamento observado de menor temperatura foi relatado nos estudos de Fernandes et al. (2016) e Fernandez-Cuevas (2012), com redução de até 1,5℃. Isso indica claramente duas situaçõe s que podem justificar esse comportamento: a RCI abdominal durante o exercício de corrida desempenha papel importante na redução da temperatura corporal, por causa da evaporação do suor da pele (FERREIRA JÚNIOR et al., 2009), o que promove a redução da T_P irradiada; e há redistribuição do fluxo sanguíneo das regiões metabolicamente inativas para as regiões ativas durante a atividade, resultado da ação do sistema nervoso simpático nos vasos sanguíneos cutâneos, associado à vasodilatação da região ativa durante o exercício (FERNANDES et al., 2016; HODGES; JOHNSON, 2009; JOHNSON; KELLOGG, 2010; JOHNSON; MINSON; KELLOGG, 2014; SILVA et al., 2017a). Neste estudo não foi possível estabelecer a magnitude desses dois fenômenos, porém há uma forte evidência de que sejam os agentes causadores dessa redução da temperatura observada.

3) T_P após 24h de exercício

A maior parte dos estudos que analisaram o comportamento da T_P após o exercício compreendeu intervalos na primeira hora de recuperação (MERLA et al., 2010; SILVA et al., 2017a), até uma hora após finalizado (FERNANDES et al., 2016, 2014) ou oito horas (FERNANDEZ-CUEVAS et al., 2014). São raros os trabalhos que monitoraram a T_P após 24 horas, sendo exemplos os de Bandeira et al. (2012), que avaliaram a recuperação após 24 horas em dois protocolos diferentes de exercício, e de Al-Nakhli (2012b), que observaram a variação da temperatura da pele em exercício de força em um período máximo de 48 horas depois.

O estudo de Bandeira et al. (2012) mostra que o treinamento de força de membros inferiores para jogadores de futebol causou dano muscular suficiente para que 24 horas após o exercício fosse encontrado T_P acima da encontrada em repouso no grupo experimental e T_P próximas à de repouso no grupo

controle. Al-Nakhli, Pretrofsky e Laymon (2012b) constataram recuperação do bíceps braquial esquerdo em um protocolo de dano muscular com exercício de força durante um período de 48 horas, enquanto o braço direito foi usado como controle, sem a realização de nenhuma atividade. Foi observado que, após 24 horas de recuperação, o braço exercitado apresentou elevação na T_P em relação ao repouso, acompanhado da elevação da dor muscular tardia, enquanto o braço controle apresentou uma ligeira queda de T_P. O tratamento estatístico que comparou T1 - ABL e T2 - ACL não encontrou diferenças significativas na T_P após 24 horas do exercício em nenhuma RCI analisada. Esse resultado indica provavelmente que o volume de atividade empregado no presente estudo não foi suficiente para promover número expressivo de microlesões musculares, fazendo com que a recuperação da atividade ocorresse dentro das primeiras 24 horas.

Era esperado que um exercício de maior intensidade provocasse maior T_P nas RCI de membros inferiores analisadas, por demandar maior exigência metabólica, como, por exemplo, maior depleção do glicogênio muscular e maior número de microlesões, exigindo atividade metabólica local acentuada e, consequentemente, aumento da temperatura, o que poderia ser sensível com a técnica de termografia. Uma justificativa para esse comportamento pode ser o tempo de exercício proposto neste estudo, de apenas 30 minutos, não sendo suficiente para promover alterações metabólicas mais agudas; espera-se que a depleção total do glicogênio muscular seja em torno de 150 minutos (LIMA-SILVA et al., 2007). Outra justificativa é a realização do exercício em esteira, que possui componentes que dissipam a carga excêntrica durante a corrida.

Ter a T_P após 24 horas nos mesmos níveis da condição de repouso implica assumir que as reações metabólicas internas de recuperação energética, hídrica e tecidual ocorreram de forma adequada, estando o sujeito em plenas condições de realizar uma nova sessão de treino.

Quanto ao efeito temporal, o tratamento estatístico encontrou queda significativa nas 24 horas após o exercício, comparado ao momento imediatamente após o exercício, para as regiões da coxa (face anterior e posterior) da sessão T2 - ACL, enquanto a perna (anterior e posterior) apresentou similaridade com os valores estatisticamente observados em repouso imediatamente após o exercício de corrida de 45 minutos, sugerindo

assim que essa musculatura não havia sofrido grande desgaste durante o exercício.

Os resultados obtidos no presente estudo concordam com os achados obtidos por Fernandes et al. (2017), em que após uma partida de futebol a T_P registrada era elevada também na coxa, indicando de forma indireta uma atividade metabólica acentuada. Em atividades como no futebol, há maior componente excêntrico por haver descolamentos intermitentes em diferentes direções juntamente com saltos (para cumprimento de ações de defesa e ataque, durante um período de 90 minutos). Fernandes et al. (2017) observaram que a recuperação da T_p de um atleta profissional de futebol pode exceder as 24 horas.

A sessão T1 - ABL não apresentou diferenças estatisticamente significativas durante as sessões de exercício em nenhuma RCI de membros inferiores, indicando que a intensidade e o volume da atividade não representaram um nível de desgaste excessivo. Isso aponta que o exercício de baixa intensidade apresenta recuperação rápida, podendo ser realizada uma nova sessão no dia mesmo dia.

O resultado da cinética da T_P em membros inferiores observado no presente estudo, quanto ao efeito tempo, apresentou comportamento diferente nas RCI analisadas. Na região da coxa, com exercício de alta intensidade após 24 horas, a recuperação atingia os valores de repouso, enquanto na região da perna (anterior e posterior) não houve diferença significativa após o exercício. É possível estimar que em situações de treinos com maior intensidade, maior carga excêntrica e maior duração, em relação às realizadas neste estudo, a recuperação seja mais longa. Isso faz com que sejam necessárias ações fisioterápicas, com a finalidade de reduzir o período de recuperação (massagens, crioterapia, hidroterapia de contraste), na região da coxa, caso a dinâmica de treinamento requeira treinos diários e com volume e intensidade maiores que os apresentados neste estudo.

O comportamento após 24 horas da RCI abdominal foi semelhante ao das outras regiões, voltando a valores semelhantes ao de repouso 24h após finalizado o exercício. Esses resultados apontam que, apesar de o gasto calórico da atividade da sessão T2 - ACL ter sido maior que o da sessão T1 - ABL, a intensidade da sessão de exercício não interferiu no efeito EPOC.

4) T_P após 48h de exercício

São raros os estudos que fizeram um segmento térmico por termografia após 48 horas de exercício, sendo exemplos os trabalhos de Fernandes et al. (2017), em estudo de caso com jogador de futebol, e Al-Nakhli et al. (2012b), com pessoas fisicamente ativas.

Quanto ao efeito tempo, a maior diferença absoluta em relação à condição de repouso, comparada à obtida com 48 horas, foi de 0,54℃ na região abdominal durante a sessão T1 - ABL, enquanto a menor foi de 0,11℃ na região de perna anterior, com ligeira queda da T_P de - 0,12 ℃ na região posterior da coxa, na sessão T1 - ABL.

A principal implicação prática para a atividade profissional do preparador físico, fisiologista e fisioterapeuta é que a termografia foi sensível para captar respostas térmicas principalmente na região da coxa anterior, para um exercício de maior intensidade. Existe assim uma sinalização de que ela venha a ser utilizada como uma ferramenta que avalia o desgaste da região ativa durante a atividade, tendo interferência direta da intensidade e duração.

- ✓ Biomarcadores de sobrecarga muscular

1) CPK

Os valores de repouso de ambas as condições experimentais foram idênticos, apontando que as condições de repouso dos avaliados, quanto ao nível de dano muscular, foram semelhantes estatisticamente antes de cada tratamento. Cabe destacar também que, mesmo em repouso, os valores registrados em ambas as condições estavam acima dos valores de normalidade. Quando se analisam os valores de referência (entre 24 e 195 U/L) para uma condição de repouso, os avaliados apresentaram uma condição fora dessa faixa. Tendo em vista o perfil do grupo avaliado, de praticantes regulares de corrida, é possível que o fato de ser praticante regular de exercício de corrida tenha interferido nos níveis basais acima dos valores de referência em repouso, com visto anteriormente por Peake (2017).

O comportamento da CPK observado no presente estudo, sobretudo no tratamento de maior intensidade de exercício, está em concordância com o observado em outros autores, pois houve um pico de 24 horas (AL-NAKHLI et al., 2012b; BANDEIRA et al., 2014; FERNANDES et al., 2017). Foi observado também que a sessão de maior intensidade (T2 - ACL) provocou maiores

concentrações séricas dessa enzima. Esse resultado confirma que maiores intensidades de exercício promovem maior número de microlesões musculares, refletido em maior concentração sérica de CPK.

Os valores de CPK obtidos neste estudo após 24 horas foram menores que os apresentados por outros autores. Contudo, sabe-se que atividades de com maior componente excêntrico, como futebol (FERNANDES et al., 2017), exercício de força (KOCH; PEREIRA; MACHADO, 2014) e rugby (BANDEIRA et al., 2014), têm maior potencial lesional paras as fibras, sendo observados assim maiores valores de CPK extravasada do músculo.

Segundo Fernandes (2017), um jogador de futebol de primeira divisão possui um tempo de recuperação da T_P e da CPK em níveis próximos a basais após uma partida de futebol de aproximadamente 48 horas. Neste trabalho é mostrado que a T_P é altamente correlacionada com esse parâmetro de dano muscular, provavelmente em razão do alto componente excêntrico e da maior demanda muscular exigida no futebol (maior exigência dos adutores em relação a corrida). O estudo de Bandeira (2014) não apresenta correlação entre o aumento da TP e a concentração de CPK após uma partida de rugby, mostrando que o fato de o rugby ser um esporte com grande número de colisões pode ter sido um fator de confusão para correlação entre a CPK e a T_P, (fato esse que não ocorreu no presente estudo), havendo a possibilidade de que o atleta possa ter sofrido alguma lesão por impacto em alguma região não analisada.

Este estudo apresenta como principal ponto positivo o fato de ser de caráter laboratorial controlado, e os resultados apontam que a termografia pode ser usada como ferramenta interessante na avaliação indireta do dano muscular pós-exercício, sendo um importante recurso tecnológico a ser empregado pelo fisiologista e preparador físico no controle da recuperação de um atleta.

2) Creatinina

Não foram observadas diferenças significativas no momento de repouso na comparação entre as sessões T1 - ABL e T2 - ACL. Esses dados indicam que os avaliados se encontravam em condições semelhantes no momento prévio à realização dos protocolos de exercício.

Cabe destacar que, quando se consideram os valores de normalidade de creatinina entre 0,4 e 1,4 mg/dL, os valores médios obtidos em todas as duas

situações de teste e em todos os momentos se mantiveram dentro da faixa de normalidade, indicando assim que a intensidade do exercício não foi suficiente para produzir alterações metabólicas biologicamente importantes no metabolismo da creatinina.

Foram encontradas diferenças significativas entre as concentrações séricas de creatinina, quanto ao efeito tempo, somente na sessão T2 - ACL, e isso aponta que a intensidade do esforço é uma variável que interfere diretamente no seu comportamento, indicando assim uma resposta aguda. Os valores séricos de creatinina retornaram a valores de repouso 24 horas após a atividade. Em atividades com alto grau de catabolismo, é possível acontecer insuficiência renal aguda, podendo ocorrer rabdomiólise (destruição do músculo, levando ao extravasamento de grande conteúdo intramuscular para a corrente sanguínea, dificultando a filtração glomerular) e aumento da concentração sérica de ureia e creatinina (BRANCACCIO; LIPPI; MAFFULLI, 2010).

3) IL-6

Não foram observadas diferenças significativas nas concentrações de IL-6 previamente ao exercício (T1 - ABL *vs.* T2 - ACL), indicando que as condições experimentais foram semelhantes. Quando se consideram os valores de normalidade da IL-6 (abaixo de 7,0 pg/mL), os valores médios obtidos nas duas situações de teste e em todos os momentos se mantiveram dentro da faixa de normalidade (Figura 13). Contudo, imediatamente após o exercício intenso, observou-se uma concentração mais elevada. A intensidade do exercício foi suficiente para produzir alterações significativas, porém se manteve na faixa de normalidade plasmática.

No presente estudo, houve aumento significativo da IL-6 na comparação dos momentos de repouso e pós-exercício durante as duas sessões, sendo observados maiores valores na sessão T2 - ACL. Esse comportamento reforça o fato de que em atividades acima do limiar anaeróbico esperam-se contrações musculares com o acionamento de maior número de fibras, resultando em maior liberação de cálcio, promovendo maior oxidação de carboidratos. A maior depleção do glicogênio muscular durante a atividade leva à maior secreção dessa citocina, somado ao efeito das vias NF-κB e JNK (PRATESI; TARANTINI; DI BARI, 2013).

Foi observada redução estatística significativa da concentração de IL-6 nos momentos após 24 e 48 horas de recuperação do exercício, em comparação com o momento imediatamente pós-exercício, sendo destacado que o comportamento da IL-6 no exercício acima do limiar foi mais elevado. Esses dados indicam que o tempo de atividade proposto por este estudo pode ter sido pequeno a ponto de não ter causado depleção severa do glicogênio, indicando que o modelo de exercício não causou grande desgaste muscular.

4) Comportamento da Ureia

Não houve diferença estatística significativa entre os momentos de repouso dos dois protocolos experimentais. Esses dados reforçam que as condições prévias aos protocolos experimentais eram semelhantes. Os valores médios de ureia obtidos ao longo de todos os momentos de análise estiveram dentro da faixa de normalidade de creatinina, entre 10 e 40 mg/dL, indicando assim que a intensidade do exercício não foi suficiente para produzir alterações metabólicas biologicamente importantes no metabolismo desse parâmetro sanguíneo.

A ureia tem importante participação no metabolismo humano, sendo responsável pela conversão do nitrogênio produzido pela quebra das proteínas em uma molécula estável, a fim de eliminar o radical NH_4 (SUMMAR; MEW, 2018). Esse processo fisiológico é de extrema importância, pois a hiperamonemia pode promover várias desordens orgânicas, como edema cerebral, letargia, hipotermia, convulsões, desordens neurológicas e coma (SUMMAR; MEW, 2018).

A excreção do nitrogênio no corpo humano se dá através da conversão de aminoácidos em ureia pelo fígado; a ureia solúvel é destinada principalmente aos rins, onde é excretada na urina. A ureia sofre influência do conteúdo plasmático durante a sua excreção, podendo ocorrer sua reabsorção pelos rins, se não houver volume plasmático adequado para a formação de urina (SAWKA et al., 2007). Neste estudo, as condições de hidratação dos voluntários foram controladas, com o objetivo de diminuir o efeito da desidratação proporcionada pelo exercício.

Também há eliminação da ureia no suor e nas fezes, e durante o exercício ocorre maior eliminação do nitrogênio úrico através do suor (MCARDLE et al., 2011). A concentração de ureia pode não expressar o fracionamento proteico

completo durante a atividade por causa da oxidação de leucina intracelular, que é aumentada durante o exercício moderado, independentemente da produção de ureia, auxiliando na produção de ATP no ciclo do ácido cítrico.

Os resultados apresentados na Figura 14 mostram que não houve diferença na concentração de ureia durante as sessões e na comparação de T1 - ABL com T2 - ACL. Esses achados apontam que a duração da atividade proposta neste estudo, de 30 min na parte principal, pode ter sido o fator fundamental para um baixo catabolismo proteico muscular durante a atividade. Chlíbková (2018) encontrou aumento na concentração de ureia plasmática em cada um dos momentos analisados, em relação ao momento pré-competição, de uma corrida de ultramaratona realizada em sete etapas de dias consecutivos, apontando que o aumento da concentração plasmática de ureia reflete o aumento da atividade metabólica, sendo um indicativo indireto do catabolismo das proteínas, além de indicar diminuição das funções renais, atribuída ao grande dano muscular.

Limitações do estudo

- ✓ Falta do registro do gasto energético por gases respiratórios, para avaliação da taxa metabólica de repouso e da dosagem do glicogênio muscular, o que possibilitaria maior entendimento das respostas de recuperação orgânica e local.
- ✓ Controle interno da T_C, que poderia ampliar o nível de conhecimento da resposta térmica ao longo das 48 horas, contribuindo para maior compreensão dos fenômenos fisiológicos relativos à termorregulação.

Sugestões

- ✓ Realizar modelos de exercício com maior tempo de duração, bem como exercícios com maior ação excêntrica (saltos, por exemplo), o que poderia trazer resultados ainda mais interessantes.

Conclusão

Tomando como base as condições experimentais deste estudo, em que se compararam diferentes níveis de intensidade de corrida (T1 - ABL *vs.* T2 - ACL) durante 30 minutos, é possível concluir que a intensidade do exercício alterou a temperatura da pele imediatamente após o exercício na região de coxa anterior.

Quanto ao efeito do tempo, a termografia mostrou sensibilidade em captar as mudanças metabólicas apenas na sessão T2 - ACL, apresentando diferenças significativas nas regiões de coxa anterior e coxa posterior.

Conclui-se também que a termografia não demonstrou sensibilidade para avaliar o desgaste que o exercício em esteira com duração de 30 minutos promove, por terem sido observadas diferenças significativas entre as sessões apenas na região de coxa anterior.

Referências

ABBOUD, G. J.; GREER, B. K.; CAMPBELL, S. C.; PANTON, L. B. Effects of load-volume on epoc after acute bouts of resistance training in resistance trained males. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1936-1941, 2012.

AKIMOV, E. B.; SON'KIN, V. D. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes. **Human Physiology**, Russia (Federation), v. 37, n. 5, p. 621-628, 2011.

AL-NAKHLI, H. H.; PETROFSKY, J. S.; LAYMON, M. S.; ARAI, D.; HOLLAND, K.; BERK, L. S. The use of thermal infrared imaging to assess the efficacy of a therapeutic exercise program in individuals with diabetes. **Diabetes Technology & Therapeutics**, v. 14, n. 2, p. 159-167, 2012a.

AL-NAKHLI, H. H.; PETROFSKY, J. S.; LAYMON, M. S.; BERK, L. S. The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness. **Journal of Visualized Experiments**, v. 14, n. 59, p. 159-167, 2012b.

ALGHANNAM, A. F.; JEDRZEJEWSKI, D.; BILZON, J.; THOMPSON, D.; TSINTZAS, K.; BETTS, J. A. Influence of post-exercise carbohydrate-protein ingestion on muscle glycogen metabolism in recovery and subsequent running exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 26, n. 6, p. 572-580, 2016.

ANDRADE, F. C. **Comparação entre diferentes parâmetros de controle da carga interna e externa de treinamento, recuperação e rendimento em atletas de natação**. [S. l.]: UFV/UFJF, 2013.

BANDEIRA, F.; MOURA, M. A. M. de; SOUZA, M. A. de; NOHAMA, P.; NEVES, E. B. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 246-251, 2012.

BANDEIRA, F.; NEVES, E. B.; DE MOURA, M. A. M.; NOHAMA, P. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 1, p. 59-64, 2014.

BENZINGUER, T. H. Heat Regulation: Homeostasis of Central Temperature in Man. **Physiologocal Reviews**, v. 49, n. 4, p. 671-752, 1969.

BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento.** São Paulo: Phorte Editora, 2002.

BRANCACCIO, P.; LIPPI, G.; MAFFULLI, N. Biochemical markers of muscular damage. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 48, n. 6, p. 757-767, 2010.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. D. A. C. Termometria cutânea: novos conceitos. **Jornal Vascular Brasileiro**, n. 2, p. 151-160, 2003.

BRIOSCHI, M. L.; SILVA, F. M. Documentação termográfica em LER/DORT. **Dor é Coisa Séria**, 2009.

BRUCE, R. A.; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular

disease. **American heart journal**, United States, v. 85, n. 4, p. 546-62, 1973.

CAMARGO, M. G. de; FURLAN, M. M. D. P. Resposta fisiológica do corpo às temperaturas elevadas: exercício, extremos de temperatura e doenças térmicas. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278-288, 2011.

CASA, D. J.; ARMSTRONG, L. E.; HILLMAN, S. K.; MONTAIN, S. J.; REIFF, R. V; RICH, B. S.; ROBERTS, W. O.; STONE, J. A. National athletic trainers' association position statement: fluid replacement for athletes. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n. 2, p. 212-24, 2000.

CERQUEIRA, M. S.; PRIMO, P. G.; FERNANDES, A. T.; MARINS, J. C. B. Comparação da frequência cardíaca máxima obtida em testes de esteira e de campo em homens saudáveis. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 6, n. 1, p. 18-24, 2012.

CHISHOLM, D. M.; COLLIS, M. L.; KULAK, L. L.; DAVENPORT, W.; GRUBER, N. Physical activity readiness. **Br. Colum. Med. J.**, v. 17, p. 278-375, 1975.

CHLÍBKOVÁ, D.; NIKOLAIDIS, P. T.; ROSEMANN, T.; KNECHTLE, B.; BEDNÁŘ, J. Fluid Metabolism in Athletes Running Seven Marathons in Seven Consecutive Days. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 91, 2018.

CLARK, R. P.; MULLAN, B. J.; PUGH, L. G. Skin temperature during running: a study using infra-red colour thermography. **The Journal of Physiology**, v. 267, n. 1, p. 53-62, 1977.

CONVERTINO, V. A. Fluid shifts and hydration state: effects of long-term exercise. **Canadian Journal of Sport Sciences = Journal Canadien des Sciences du Sport**, United States, v. 12, n. Suppl 1, p. 136S-139S, 1987.

CUNANAN, A. J.; DEWEESE, B. H.; WAGLE, J. P.; CARROLL, K. M.; SAUSAMAN, R.; HORNSBY, W. G.; HAFF, G. G.; TRIPLETT, N. T.; PIERCE, K. C.; STONE, M. H. The general adaptation syndrome: a foundation for the concept of periodization. **Sports Medicine**, p. 1-11, 2018.

DERVIS, S.; COOMBS, G. B.; CHASELING, G. K.; FILINGERI, D.; SMOLJANIC, J.; JAY, O. A comparison of thermoregulatory responses to exercise between mass-matched groups with large differences in body fat. **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 6, p. 615-623, 2016.

FEBBRAIO, M. A.; PEDERSEN, B. K. Muscle-derived interleukin-6: mechanisms for activation and possible biological roles. **The FASEB Journal**, v. 16, n. 11, p. 1335-1347, 2002.

FERNANDES, A. A.; AMORIM, P. R. dos S.; BRITO, C. J.; SILLERO-QUINTANA, M.; BOUZAS MARINS, J. C. Regional skin temperature response to moderate aerobic exercise measured by infrared thermography. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2016.

FERNANDES, A. A.; AMORIM, P. R. S.; PRÍMOLA-GOMES, T. N.; SILLERO-QUINTANA, M.; FERNÁNDEZ CUEVAS, I.; SILVA, R. G.; PEREIRA, J. C.; MARINS, J. C. B. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: uma revisão sistemática. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 5, n. 3, p. 113-117, 2012.

FERNANDES, A. D. A.; PIMENTA, E. M.; MOREIRA, D. G.; SILLERO-QUINTANA, M.; MARINS, J. C. B.; MORANDI, R. F.; KANOPE, T.; GARCIA, E. S. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 3, p. 330-334, 2017.

FERNANDES, A. de A.; AMORIM, P. R. dos S.; BRITO, C. J.; DE MOURA, A. G.; MOREIRA, D. G.; COSTA, C. M. A.; SILLERO-QUINTANA, M.; MARINS, J. C. B. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. **Physiological Measurement**, v. 35, n. 2, p. 189-203, 2014.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, I.; BOUZAS MARINS, J. C.; ARNÁIZ LASTRAS, J.; GÓMEZ CARMONA, P. M.; PIÑONOSA CANO, S.; GARCÍA-CONCEPCIÓN, M. Á.; SILLERO-QUINTANA, M. Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: a review. **Infrared Physics & Technology**, v. 71, p. 28-55, 2015.

FERNANDEZ-CUEVAS, I.; QUINTANA, M. S.; ANGEL, M.; CONCEPCION, G.; SERRANO, J. R.; CARMONA, P. G.; MARINS, J. C. B. Monitoring skin thermal response to training with infrared thermography. **New Studies Athletics**, v. 29, p. 57-71, 2014.

FERNÁNDEZ CUEVAS, I. **Effect of endurance, speed and strength training on skin temperature measured by infrared thermography**. [S.l.]: Universidad Politécnica de Madrid, 2012.

FERREIRA JÚNIOR, J. B.; OLIVEIRA, K. P. M.; FONSECA, M. A. da; COELHO, L. G. M.; MAGALHÃES, F. D. C.; COSTA, V. F.; MARTINI, A. R. P.; PASSOS, R. L. D. F.; COELHO, F. T.; RODRIGUES, L. O. C. Distribuição regional do suor durante exercício progressivo até a fadiga. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte (Impresso)**, v. 23, n. 4, p. 405-414, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-55092009000400009&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.

FISCHER, C. P. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? **Exercise Immunology Review**, v. 12, n. 6-33, p. 41, 2006.

FORMENTI, D.; MERLA, A.; PRIEGO QUESADA, J. I. The use of infrared thermography in the study of sport and exercise physiology. **Application of Infrared Thermography in Sports Science**, p. 111-136, 2017.

FREEMAN, W. J.; DAVIS, D. D. Effects on cats of conductive hypothalamic cooling. **American Journal of Physiology**, v. 197, n. 1, p. 145-148, 1959.

GHORAREB, N. Morte de veterano em meia maratona alerta para o perigo da desidratação. **Globo.com - Eu-Atleta (revista on-line)**, 2014. Disponível em: <http://globoesporte.globo.com/eu-atleta/saude/noticia/2014/09/morte-de-veterano-em-meia-maratona-alerta-para-o-perigo-da-desidratacao.html>.

GÓMEZ-CARMONA, P. M. **Influencia de la información termogáfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de futebol profissional español**. [S. l.]: Universidad Politécnica de Madrid, 2012.

HALSON, S. L. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Sports Med**, v. 44, n. 2, p. 139-147, 2014a.

HALSON, S. L. Monitoring fatigue and recovery. **Sports Science**, 2014b.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOFLMANN, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, p. 117-130, 1985.

HERDY, A. H.; CAIXETA, A. Brazilian Cardiorespiratory Fitness Classification Based on Maximum Oxygen Consumption. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 106, n. 5, p. 389-395, 2016.

HODGES, G. J.; JOHNSON, J. M. Adrenergic control of the human cutaneous circulation. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 34, n. 5, p. 829-839, 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JOHNSON, J. M.; KELLOGG, D. L. Thermoregulatory and thermal control in the human cutaneous circulation. **Frontiers in bioscience (scholar edition)**, [s. l.], v. 2, p. 825-853, 2010.

JOHNSON, J. M.; MINSON, C. T.; KELLOGG, D. L. Cutaneous vasodilator and vasoconstrictor mechanisms in temperature regulation. In: _____. **Comprehensive physiology**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014. v. 4p. 33–89.

KARVONEN, M. J.; KENTALA, E.; MUSTALA, O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. **Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae**, v. 35, n. 3, p. 307-15, 1957.

KOCH, A.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. The creatine kinase response to resistance exercise. **Journal of musculoskeletal & neuronal interactions**, v. 14, n. 1, p. 68-77, 2014.

LEVELS, K.; DE KONING, J. J.; FOSTER, C.; DAANEN, H. A. M. The effect of skin temperature on performance during a 7.5-km cycling time trial. **European Journal of Applied Physiology**, Germany, v. 112, n. 9, p. 3387-3395, 2012.

LIMA-SILVA, A. E.; FERNANDES, T. C.; DE-OLIVEIRA, F. R.; NAKAMURA, F. Y.; GEVAERD, M. D. S. Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista de Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 417-429, 2007.

LIRA, F. S.; DE AQUINO LEMOS, V.; BITTAR, I. G.; CARIS, A. V; DOS SANTOS, R. V; TUFIK, S.; MOURA ZAGATTO, A.; DE SOUZA, C. T.; PIMENTEL, G. D.; DE MELLO, M. T. Physiological and cytokine response to acute exercise under hypoxic conditions: a study pilot. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 2016.

LUCENA, R. Maratonista suíça relembra chegada épica em Los Angeles-1984. **Jornal Folha de São Paulo**, 2014. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/esporte/2014/08/1495014-maratonista-suica-relembra-chegada-epica-em-los-angeles-1984.shtml>.

MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The Journal of Physiology**, v. 595, n. 9, p.

2915-2930, 2017.

MAKKAI, L. F. C.; DE LIMA ALEXANDRINO, D. F.; ALTOÉ, J. L.; DE LIMA, C. L.; MARINS, J. C. B. Análise comparativa de testes laboratoriais de esteira e de campo para determinar a freqüência cardíaca máxima e o consumo máximo de oxigênio em mulheres saudáveis. **Fisiologia**, v. 7, n. 2, p. 67-73, 2008.

MAKOWSKI, G. S. **Advances in clinical chemistry**. 56. ed. San Diego, CA, USA: Academic Press Publications, 2012.

MARFELL-JONES, M.; OLDS, T.; STEWART, A. A.; AL., E. **International standards for anthropometric assessment**. [S.l.]: International Society for the Advancement of Kinanthropometry, 2011.

MARINS, J. C.; FERNANDES, A. A.; CANO, S. P.; MOREIRA, D. G.; DA SILVA, F. S.; COSTA, C. M. A.; FERNANDEZ-CUEVAS, I.; SILLERO-QUINTANA, M.; AL., E. Thermal body patterns for healthy Brazilian adults (male and female). **Journal of thermal biology**, v. 40, p. 1-8, 2014a.

MARINS, J. C. B.; FERNANDEZ, M. D.; PEINADO, P. J. B. Precision de las ecuaciones para estimar la frecuencia cardiaca maxima en cicloergometro. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 30, n. 153, p. 14-20, 2013.

MARINS, J. C. B.; GIANNICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático**. [S.l.]: Shape, 2003.

MARINS, J. C. B.; MOREIRA, D. G.; CANO, S. P.; QUINTANA, M. S.; SOARES, D. D.; FERNANDES, A. de A.; SILVA, F. S. Da; COSTA, C. M. A.; AMORIM, P. R. dos S.; AL., E. Time required to stabilize thermographic images at rest. **Infrared Physics & Technology**, v. 65, n. 30-35, 2014b.

MARQUÉS-JIMÉNEZ, D.; CALLEJA-GONZÁLEZ, J.; ARRATIBEL, I.; TERRADOS, N. Marcadores bioquímicos relevantes del proceso de recuperación en futbol. **Arch. Med. Deporte**, v. 33, n. 6, p. 404-412, 2016.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L.; AL., E. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2011.

MERLA, A.; MATTEI, P. a.; DI DONATO, L.; ROMANI, G. L. Thermal Imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 38, n. 1, p. 158-163, 2010.

MORA-RODRÍGUEZ, R.; GONZÁLEZ-ALONSO, J.; BELOW, P. R.; COYLE, E. F. Plasma catecholamines and hyperglycaemia influence thermoregulation in man during prolonged exercise in the heat. **The Journal of physiology**, v. 491, n. 2, p. 529-540, 1996.

MOREIRA, A.; DE MOURA, N. R.; COUTTS, A.; COSTA, E. C.; KEMPTON, T.; AOKI, M. S. Monitoring internal training load and mucosal immune responses in futsal athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 5, p. 1253-259, 2013.

O'NEAL, E. K.; CAUFIELD, C. R.; LOWE, J. B.; STEVENSON, M. C.; DAVIS, B. A.; THIGPEN, L. K. 24-h fluid kinetics and perception of sweat losses following a 1-h run in a temperate environment. **Nutrients**, v. 6, n. 1, p. 37-49, 2013.

OLIVEIRA, M. F. M.; CAPUTO, F.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Aspectos relacionados com a otimização do treinamento aeróbio para o alto rendimento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, p. 61-66, 2010.

OLIVEIRA, S. Â. F.; MARINS, J. C. B.; DA SILVA, A. G.; BRITO, C. J.; MOREIRA, D. G.; SILLERO-QUINTANA, M. Measuring of skin temperature via infrared thermography after an upper body progressive aerobic exercise. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 18, n. 1, p. 184-192, 2018.

PEAKE, J. M.; NEUBAUER, O.; DELLA GATTA, P. A.; NOSAKA, K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, p. 559-570, 2017.

PEDERSEN, B. K.; FEBBRAIO, M. A. Muscle as an Endocrine Organ: Focus on Muscle-Derived Interleukin-6. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 4, p. 1379-1406, 2008.

PILEGGI, P.; GUALANO, B.; SOUZA, M.; CAPARBO, V. de F.; PEREIRA, R. M. R.; PINTO, A. L. de S.; LIMA, F. R. Incidência e fatores de risco de lesões osteomioarticulares em corredores: um estudo de coorte prospectivo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 24, n. 4, p. 453-462, 2010.

PRATESI, A.; TARANTINI, F.; DI BARI, M. Skeletal muscle: An endocrine organ. **Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism**, v. 10, n. 1, p. 11, 2013.

RADAK, Z.; SUZUKI, K.; HIGUCHI, M.; BALOGH, L.; BOLDOGH, I.; KOLTAI, E. Physical exercise, reactive oxygen species and neuroprotection. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 98, p. 187-196, 2016.

RING, E. F. J. The historical development of temperature measurement in medicine. **Infrared Physics & Technology**, v. 49, n. 3, p. 297-301, 2007.

RING, E. F. J.; AMMER, K. Infrared thermal imaging in medicine. **Physiological Measurement**, v. 33, n. 3, p. R33, 2012.

ROSCHEL, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. spe, p. 53-65, 2011.

SAWKA, M. N.; BURKE, L. M.; EICHNER, E. R.; MAUGHAN, R. J.; MONTAIN, S. J.; STACHENFELD, N. S. Exercise and fluid replacement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 2, p. 377-390, 2007.

SILVA, A. G. **Resposta termográfica da pele em exercícios realizados com diferentes segmentos corporais em remoergômetro**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, , 2015.

SILVA, A. G.; ALBUQUERQUE, M. R.; BRITO, C. J.; OLIVEIRA, S. A. F.; STROPPA, G. M.; SILLERO-QUINTANA, M.; MARINS, J. C. B. Resposta térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos Skin thermal response to high versus moderate-intensity rowing ergometer. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, p. 104-110, 2017. a.

SILVA, J. A. D.; SILVA, A. G. da; FERREIRA, F. G.; MARINS, J. C. B. Comportamento da frequência cardíaca máxima em exercício no

remoergômetro. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, v. 27, n. 1 (Supl), p. f-16, 2017. b.

SILVA, L. P. O. da; OLIVEIRA, M. F. M. de; CAPUTO, F. Métodos de recuperação pós-exercício. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 3, p. 489-508, 2013.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)**, v. 9, n. 5, p. 480-492, 1961.

SKOVGAARD, C.; ALMQUIST, N. W.; BANGSBO, J. Effect of increased and maintained frequency of speed endurance training on performance and muscle adaptations in runners. **Journal of Applied Physiology**, v. 1, p. 48-59, 2016.

SUGAMA, K.; SUZUKI, K.; YOSHITANI, K.; SHIRAISHI, K.; KOMETANI, T. Urinary excretion of cytokines versus their plasma levels after endurance exercise. **Exercise Immunology Review**, v. 19, 2013.

SUMMAR, M. L.; MEW, N. A. Inborn errors of metabolism with hyperammonemia. **Pediatric Clinics of North America**, v. 65, n. 2, p. 231-246, 2018.

VARGAS, J. V. C.; BRIOSCHI, M. L.; DIAS, F. G.; PAROLIN, M. B.; MULINARI-BRENNER, F. a.; ORDONEZ, J. C.; COLMAN, D. Normalized methodology for medical infrared imaging. **Infrared Physics and Technology**, v. 52, n. 1, p. 42-47, 2009.

WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiological Reviews**, v. 80, n. 3, p. 1107-1213, 2000.

ZANUTO, R.; TARINI, V. A.; VILAS, L.; SILVA, H. C.; OLIVEIRA, A. S. Calor, exercício físico e hipertermia: epidemiologia, etiopatogenia, complicações, fatores de risco, intervenções e prevencão. **Revista Neurociências**, v. 14, n. 3, p. 144-152, 2006.

ZEITOUNE, G. G.; LEPORACE, G.; BATISTA, L. A.; METSAVAHT, L.; NADAL, J. **Influência do aumento de velocidade de corrida na cinemática dos membros inferiores de sujeitos hígidos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, 24. [S.l: s.n.], s/d.

Anexos

Anexo A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Termografia como possível técnica de mensuração da recuperação de treino

COORDENADOR DA PESQUISA (Pesquisador responsável):

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

Dep. Educação Física – UFV

Tel.: (31) 3899-2076 – (31) 9965-3195 jcbouzas@ufv.br

EQUIPE DE TRABALHO:

Samuel Angelo Ferreira Oliveira

Dep. de Educação Física – UFV

Tel.: (31) 9 8871-8600 – (samuk.ang@hotmail.com)

Duílio Teixeira Soares Junior

Dep. de Educação Física – UFV.

Tel.: (32) 99716-155 (duilio@ufv.br)

Você está sendo convidado a participar da pesquisa: **Termografia como possível técnica de mensuração da recuperação de treino**, cujo objetivo é verificar se a técnica de termografia infravermelho pode ser utilizada na mensuração da recuperação do treinamento associado a marcadores inflamatórios.

Sua colaboração neste estudo é MUITO IMPORTANTE, mas a decisão de participar é VOLUNTÁRIA, o que significa que o senhor terá o direito de decidir se quer ou não participar, ou mesmo recusar a participar de alguma parte do estudo em especial. Também poderá desistir de participar do estudo em qualquer momento.

CONFIDENCIALIDADE DOS DADOS E ANONIMATO

Garantimos que será mantida a CONFIDENCIALIDADE das informações e o ANONIMATO. Ou seja, o seu nome não será mencionado em qualquer hipótese ou circunstância, mesmo em publicações científicas. Informamos que os resultados obtidos irão compor uma base de dados que poderão ser utilizados em outros estudos desenvolvidos pelo grupo dirigido pelo coordenador geral desta investigação, o prof. João Carlos Bouzas Marins.

PROCEDIMENTOS DA DINÂMICA DO ESTUDO QUE ESTARÁ SENDO REALIZADO.

A dinâmica do estudo corresponderá a doze momentos de avaliação durante um período de no máximo um mês. No primeiro dia você responderá a três questionários, sendo o primeiro uma anamnese contendo o histórico de atividade física, lesões e fatores que possam interferir na segurança da prática de exercícios físicos, um segundo estabelece o risco coronariano e o terceiro estabelece sua capacidade pré-participação para realizar atividade física. Neste primeiro dia também avaliaremos sua frequência cardíaca e pressão arterial de repouso e será feito um exercício de carga progressiva em esteira, visando

duração máxima de 20 minutos. Os voluntários que possuírem $VO_{2\ max}$ igual ou superior a 50 ml por kg corporal serão selecionados para o segundo dia, em que será realizado um protocolo de exercício de 25 minutos, a fim de identificar o comportamento do acúmulo do lactato e dar exatidão às diferentes faixas de intensidade utilizadas nas sessões de exercício. Nos momentos seguintes, as coletas serão realizadas em três dias, sendo o primeiro de exercício em esteira de forma contínua com duração de 45 minutos, com coleta termográfica e sanguínea pré, pós-exercício e durante a recuperação 24 e 48 horas após o início da atividade. Serão realizados um termograma e uma coleta sanguínea em todos os momentos de avaliação, para analisar se a termografia possui relação com parâmetros bioquímicos. Os equipamentos utilizados para fotos termográficas não emitem nenhum tipo de radiação, sendo totalmente seguros, por ser uma técnica amplamente empregada na medicina. Ao longo das últimas sessões de exercício você terá sua frequência cardíaca monitorizada, além da retirada ao final de cada sessão de uma amostra de sangue capilar para leitura do lactato, utilizando sempre para isso material descartável, e realizado por um profissional experiente.

Tenha em conta que para toda dinâmica de participação serão necessários doze dias, com duração máxima de 75 minutos. Os dados serão coletados no Laboratório de Performance Humana da UFV, em uma sala reservada, estando somente o avaliado, o avaliador e, se necessário, mais um auxiliar. As imagens termográficas serão utilizadas única e exclusivamente para fins acadêmicos, sendo totalmente assegurada a privacidade de sua identidade.

INFORMAÇÕES FINANCEIRAS

Os pesquisadores deixam claro que não haverá nenhuma compensação financeira por participar do estudo, ou custos de transporte e de alimentação. Também não será exigido por parte do avaliado nenhuma cobrança financeira por estar participando do estudo.

São considerados como benefícios de sua participação:

Você irá receber um relatório com os resultados dos seus testes e os resultados finais do estudo. Caso seja encontrada alguma anormalidade, quanto a composição corporal, frequência cardíaca, algum parâmetro sanguíneo, pressão arterial em repouso ou exercício, assim como o comportamento térmico, você será encaminhado para um profissional específico para o tratamento. Os resultados do presente estudo também poderão auxiliar a compreender de que forma ocorrem os ajustes termorregulativos durante a recuperação do exercício, colaborando assim para a aplicação de um método indireto que seja indicador da recuperação muscular pós-exercício.

Quanto aos riscos de participação do Estudo:

O presente estudo prevê ação invasiva, com retirada de uma amostra de sangue capilar e venosa. A equipe envolvida utilizará sempre material descartável, com total controle de higiene, minimizando qualquer tipo de contaminação. Os procedimentos antropométricos de mensuração das dobras cutâneas, assim como a aferição da pressão arterial, poderão gerar mínimo desconforto de compressão do aparelho, porém serão realizados por um profissional treinado para minimizar o desconforto. As medidas antropométricas, a aferição da pressão arterial e a aplicação dos questionários serão realizadas em local apropriado, sem a presença de estranhos, havendo somente a presença do avaliado, avaliador e

no máximo um auxiliar, diminuindo assim o risco de inibição. Os questionários empregados são usualmente utilizados em estudos dessa natureza, sendo mínimas as possibilidades de que alguma pergunta possa constranger o avaliado, que poderá, caso queira, simplesmente não responder. Durante a etapa de exercício é provável que surja a produção de suor e a sensação da elevação da FC, que em alguns casos geram desconforto. Contudo, caso você sinta qualquer tipo de desconforto, terá toda a liberdade de pedir para interromper, reduzir a carga ou mesmo abandonar o estudo.

DÚVIDAS SOBRE O ESTUDO

Em caso de dúvida, o senhor poderá entrar em contato com o Prof. Dr. JOÃO CARLOS BOUZAS MARINS, orientador da pesquisa, no Departamento de Educação Física – Universidade Federal de Viçosa – DES/UFV, na Av. P.H. Holfs, s/n – Laboratório de Performance Humana (LAPEH) – , ou pelo telefone (31) 3899-2076, ou no e-mail: jcbouzas@ufv.br

Para que possamos manter contato posteriormente, mandando informações sobre seus resultados, gostaríamos, caso tenha interesse, que preenchesse os seguintes dados:

[ ] Não tenho interesse de receber os resultados.

[ ] Tenho interesse de ter minhas informações.

Nome: _____

Data de nascimento: ___/____/_____ Sexo: _____ Nacionalidade: _____

Telefone: _____ e-mail: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Cidade: _____ Estado: _____ CEP.: _____

Eu, _____, declaro estar esclarecido(a) sobre os termos apresentados quanto a objetivos, dinâmica do estudo, confidencialidade de meus dados, benefícios e riscos, além da possibilidade de recusar minha participação parcial do estudo, ou mesmo solicitar minha exclusão posteriormente. Também fui esclarecido sobre todas as dúvidas. Consinto, por minha livre e espontânea vontade, em participar desta pesquisa e assino o presente documento em duas vias de igual teor e forma, ficando uma em minha posse.

Para qualquer denúncia ou irregularidade sobre esse estudo, poderei entrar em contato com o seguinte setor: Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa, CEP/UFV, localizada no Edifício Arthur Bernardes, piso inferior, Campus UFV, Viçosa - MG, pelo e-mail cep@ufv.br , pelo site www.cep.ufv.br ou ainda pelo telefone: (31) 3899-2492.

_____

Samuel Angelo Ferreira Oliveira

(Estudante de Mestrado em Educação Física da UFV)

_____

Duílio Teixeira Soares Junior

(Técnico de Laboratório do LAPEH - Educação Física da UFV)

_____

Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins

(Pesquisador responsável)

_____

(Participante)

Viçosa, _____ de _____ de 2017

Anexo B

PAR-Q

Em caso de alguma resposta positiva, indicar a realização de uma avaliação médica antes de iniciar um programa de atividade física.

Por favor, assinale “sim” ou “não” para as seguintes perguntas:

1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?
   □ sim □ não
2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?
   □ sim □ não
3) Você sentiu dor no peito no último mês? □ sim □ não
4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?
   □ sim □ não
5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?
   □ sim □ não
6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?
   □ sim □ não
7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas?
   □ sim □ não

Anexo C

Tabela de Risco Coronariano – Michigan Heart Association

6-11 pontos - Risco bem abaixo da média para desenvolver doenças coronarianas

12-17 pontos - Risco abaixo da média para desenvolver doenças coronarianas

18-24 pontos - Risco na média geral para desenvolver doenças coronarianas

25-31 pontos - Risco moderado para desenvolver doenças coronarianas

32-40 pontos - Risco em nível perigoso para desenvolver doenças coronarianas

41-60 pontos - Risco avançado para desenvolver doenças coronarianas - procurar urgentemente um cardiologista e iniciar mudança de hábitos alimentares e de vida, iniciando um bom programa de atividades físicas regulares

Idade	10-20 1	21-30 2	31-40 3	41-50 4	51-60 6	61-70 8
Hereditariedade	Nenhuma história reconhecida 1	1 parente com + de 60 anos com doença cardiovascular 2	2 parentes com + de 60 anos com doença cardiovascular 3	1 parente com - de 60 anos com doença cardiovascular 4	2 parentes com - de 60 anos com doença cardiovascular 6	3 parente com - de 60 anos com doença cardiovascular 8
Peso	+ de 2,3kg abaixo do peso padrão 0	-2,3kg a +2,3kg do peso padrão 1	Excesso de peso padrão de 2,7kg-9kg 2	Excesso de peso padrão de 9,1kg-15,8kg 3	Excesso de peso padrão de 16,2 kg-22,6 kg 5	Excesso de peso padrão de 23,0 kg-29,5 kg 7
Fumo	Não Fumante 0	Charuto e/ou cachimbo 1	10 cigarros ou menos por dia 2	20 cigarros por dia 4	30 cigarros por dia 6	40 cigarros ou mais por dia 10
Exercício	Esforço Ocupacional e recreacional intenso 1	Esforço Ocupacional e recreacional moderado 2	Trabalho sedentário e esforço recreacional intenso 3	Trabalho sedentário e esforço recreacional moderado 5	Trabalho sedentário e esforço recreacional leve 6	Ausência completa de qualquer exercício 8
Colesterol ou % de gordura na dieta	Colesterol abaixo de 180mg% Ausência de gorduras animais ou sólidas na dieta 1	Colesterol de 181-205 mg% 10% de gordura animal ou sólida na dieta 2	Colesterol de 203-206 mg% 20% de gordura animal ou sólida na dieta 3	Colesterol de 231-255 mg% 30% de gordura animal ou sólida na dieta 4	Colesterol de 256-280 mg% 40% de gordura animal ou sólida na dieta 5	Colesterol de 281-330 mg% 50% de gordura animal ou sólida na dieta 7
Pressão arterial	Limite superior de 100 1	Limite superior de 120 2	Limite superior de 140 3	Limite superior de 160 4	Limite superior de 180 6	Limite superior de 200 ou mais 8
Sexo	Mulher com menos de 40 1	Mulher com 40-50 2	Mulher com mais de 50 3	Homem 5	Homem atarracado 6	Homem careca e atarracado 7

Anexo D

ANAMNESE SOBRE HISTÓRICO ATUAL

1 - **Você fuma ou já fumou?** Por quanto tempo? Há quanto tempo Parou? Quantos cigarros por dia?	( ) Sim ( )Não
2 - **Você tem problema de pressão arterial?** Há quanto tempo? Alta ou baixa?	( ) Sim ( )Não
3 - **Você tem problema de colesterol?** Há quanto tempo? Faz controle? ( ) Sim ( )Não	( ) Sim ( )Não
4 - **Você é diabético?** Há quanto tempo: Faz Controle? ( ) Sim ( )Não	( ) Sim ( )Não
5 **- Você alguma vez sentiu dor no coração ou no peito?**	( ) Sim ( )Não
6 - **Algumas vezes você já sentiu o coração falhar?**	( ) Sim ( )Não
7 - **Seus tornozelos ficam frequentemente inchados?**	( ) Sim ( )Não
8 - **Seus pés e mãos ficam gelados e trêmulos, mesmo em tempo de calor?**	( ) Sim ( )Não
9 - **Você sofre de cãibras nas pernas?**	( ) Sim ( )Não
10 - **Você já ficou com falta de ar sem qualquer razão?**	( ) Sim ( )Não
11 - **Alguma vez um médico lhe disse que você tem algum comprometimento cardíaco, ou alteração no ECG?**	( ) Sim ( )Não
12 - **Já teve tosse matinal?**	( ) Sim ( )Não
13 - **Você se considera uma pessoa** ( ) calma ( ) agitada ( ) competitiva ( ) meio termo	
14 - **Já teve problema de depressão?** Há quanto tempo? Faz controle? ( ) Sim ( )Não	( ) Sim ( )Não
15 - **Faz uso de algum medicamento?** Há quanto tempo? Quais?	( ) Sim ( )Não
16 - **Sofre de dor de cabeça ou enxaqueca frequentes?** Há quanto tempo? Faz Controle? ( ) Sim ( )Não	( ) Sim ( )Não
17 - **Já fez alguma cirurgia?** Há quanto tempo? Qual?	( ) Sim ( )Não
18 - **Você já teve problemas com calor?**	( ) Sim ( )Não
19 - **Você tem algum pino, placa, parafuso, ou qualquer objeto de metal em seu corpo?**	( ) Sim ( )Não
20 - **Já fraturou algum osso?** Qual região? Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
22 - **Sente fadiga crescente, distúrbios de sono ou irritabilidade crescente?** Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não

23 - **Suas articulações são doloridas ou inchadas?** Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
24 - **Sofre de problemas renais, tais como expulsão de cálculos?** Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
25 **- Quaisquer problemas de estômago ou intestinos?** Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
26 - **Qualquer problema importante de visão ou audição?** Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
27- **Glaucoma ou pressão nos olhos?** ( ) Sim ( )Não Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
28 - **Você é alérgico a alguma coisa?** ( ) Sim ( )Não Há quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
29 - **Apresenta problema de varizes?** ( ) Sim ( )Não Há quanto tempo? Localização:	( ) Sim ( )Não
30 - **Sua atividade de trabalho é** ( ) leve ( ) moderada ( ) intensa	
31 - **Você se considera submetido a estresses frequentes?**	( ) Sim ( )Não
32 - **Doenças da próstata? Há quanto tempo?**	( ) Sim ( )Não
33 - **Você é consumidor de alguma droga ilícita?** ( ) Sim ( )Não Qual? Frequência:	( ) Sim ( )Não
34 - **Teve filho(s)?** ( ) Sim ( )Não Há quanto tempo? ( ) Normal ( ) Cesárea	( ) Sim ( )Não
35 - **Sua menstruação é regular?** ( ) Sim ( )Não	( ) Sim ( )Não
36 - **Você faz uso de anticoncepcional?**	( ) Sim ( )Não
37 - **Possui algum problema ósseo ou articular?** Comentários:	( ) Sim ( )Não

ANTECEDENTES MÓRBIDOS

Você já teve alguma vez?

( ) Ataque cardíaco	( ) Luxações	( ) Asma
( ) Artrite nas pernas e braços	( ) Desmaios	( ) Anemia
( ) Febre reumática	( ) Arteriosclerose	( ) Bronquite
( ) Anormalidades radiográficas no tórax	( ) Algum problema nervoso ou emocional	
( ) Sopro cardíaco	( ) Veias varicosas	( ) Tonteiras
( ) Acidente cerebral	( ) Problemas de tireoide	( ) Epilepsia

Comentários: _____

ANAMNESE SOBRE ATIVIDADE FÍSICA

- Você está normalmente inscrito em um programa de exercícios?	( ) Sim ( )Não
- Você anda ou corre regularmente 1,6 km ou mais continuamente? Qual seu tempo médio por quilômetro? ____min/km	( ) Sim ( )Não
- Participa frequentemente de esportes competitivos? Quais as modalidades? Modalidade:	( ) Sim ( )Não
- Participa frequentemente de esportes com características de lazer? Quais modalidades? Modalidade:	( ) Sim ( )Não
- Você já praticou alguma atividade em academia anteriormente? Quais atividades? Durante quanto tempo?	( ) Sim ( )Não
Comentários:	

HISTÓRICO MÉDICO FAMILIAR

Algum de seus parentes consanguíneos teve alguma das seguintes doenças? (incluindo avós, tios e tias, mas excluindo primos, parentes pelo casamento e por afinidade).

[ ] Ataque cardíaco abaixo de 50 anos

[ ] Diabetes

[ ] Colesterol elevado

[ ] Leucemia ou câncer (abaixo dos 60 anos)

[ ] Doença cardíaca congestiva

[ ] Glaucoma

[ ] Acidente cerebral abaixo de 50 anos

[ ] Pressão alta

[ ] Obesidade (20 kg ou mais acima do peso)

[ ] Asma

[ ] Operações cardíacas

Comentários: _____

Anexo E

Relatório de produtividade

MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Universidade Federal de Viçosa **Departamento de Educação Física**	**Universidade Federal de Juiz de Fora** **Faculdade de Educação Física e Desportos**

1. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS COMPLETOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

1. SILVA, A. G.; ALBUQUERQUE, M. R.; **OLIVEIRA, S. A.**; STROPPA, G. M.; SILLERO-QUINTANA, M.; MARINS, J. C. B. Resposta térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 17, p. 125-137, 2017.

Origem:

[ ] Trabalho originário de disciplina do mestrado.

[ ] Trabalho originário do texto da dissertação.

[x] Trabalho originário de outras parcerias.

2. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS ACEITOS EM PERIÓDICOS

1. **OLIVEIRA, S. A.**; MARINS, J. C. B.; SILVA, A. G.; BRITO, C. J.; MOREIRA, D. G.; SILLERO-QUINTANA, M. Measure skin temperature by infrared thermography after an upper body progressive aerobic exercise. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 18, p. 184/24-192, 2018.

Origem:

[ ] Trabalho originário de disciplina do mestrado.

[ ] Trabalho originário do texto da dissertação.

[x] Trabalho originário de outras parcerias.

3. PARTICIPAÇÃO EM ARTIGOS SUBMETIDOS EM PERIÓDICOS

Não há

4. LIVROS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS

Não há.

5. PARTICIPAÇÃO EM CAPÍTULO DE LIVROS PUBLICADOS

Não há.

6. PARTICIPAÇÃO EM JORNAIS DE NOTÍCIAS OU REVISTAS

Não há.

7. PARTICIPAÇÃO EM CONGRESSOS, SEMINÁRIOS, CURSOS, SIMPÓSIOS COMO PALESTRANTE

Evento: I Clínica Tecnológica de Termografia Aplicada ao Futebol

Título: Procedimentos Práticos Necessários para a Realização de Imagens Termográficas Aplicados ao Futebol

Data: junho de 2017

Local: Laboratório de Performance Humana - LAPEH - Viçosa-MG

Órgão promotor: LAPEH

Público estimado: 5 pessoas

Evento: Grupo de Pesquisa em Performance Humana

Título: Elaboração de resumo

Data: maio de 2016

Local: Laboratório de Performance Humana - LAPEH - Viçosa-MG

Órgão promotor: LAPEH

Público estimado: 25 pessoas

8. RESUMOS PUBLICADOS EM ANAIS DE CONGRESSOS

NOGUEIRA, P. H. R.; SILVA, A. G.; STROPPA, G. M.; **OLIVEIRA, S. A. F.** ; ALBUQUERQUE, M. R. ; MARINS, J. C. B. . Resposta da temperatura da pele ao exercício moderado em remoergômetro em indivíduos fisicamente ativos. In: 38º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2015, São Paulo. Jogos olímpicos na visão das ciências do esporte. São Paulo: Edição Especial da Revista Brasileira de Ciência e Movimento, 2015. v. 22. p. 209-209.

9. VISITAS TÉCNICAS, INTERCÂMBIOS OU ESTÁGIOS

Não há

10. ORIENTAÇÕES

Nome do Aluno (Matrícula): Marcel Oliveira (77935)
Título do trabalho: Efeito da velocidade do vento sobre a temperatura da pele durante exercício em bicicleta: um estudo preliminar.
Data: novembro de 2017
Nome do Aluno (Matrícula): Pedro Henrique Ribas Nogueira (77935)
Título do trabalho: Efeito da velocidade do vento sobre a temperatura da pele durante um exercício de esteira ergométrica: um estudo preliminar.
Data: julho de 2018

11. PARTICIPAÇÃO EM BANCAS

Nome do Aluno: Taís Souza Nunes Aguilar
Título do trabalho: Nível de atividade física em pacientes diabéticos por método objetivo
Data: Novembro de 2016
Avaliação de Trabalho de Conclusão de Curso de Educação Física da Universidade Federal de Viçosa

12. AULAS MINISTRADAS DE GRADUAÇÃO NA UFV ou UFJF

Nome da disciplina: EFI 101 - Prática Profissional em Educação Física.
Carga horária: 50 minutos.

Nome da disciplina: EFI 218 - Fisiologia do Esforço I.
Carga horária: 2 horas.

Nome da disciplina: EFI 319- Fisiologia Aplicada aos Esportes.
Carga horária: 2 horas.

Nome da disciplina: EFI 320 - Recursos Ergogênicos.
Carga horária: 2 horas.